

Reinhold Kerbl, Karl Reiter, Lucas Wessel

Referenz Pädiatrie

Ernährung

Nadja Haiden, Anna-Maria Schneider, Melanie Gsöllpointer, Daniel Weghuber, Julian Gomahr

Ernährung

Säuglingsernährung

Nadja Haiden

Steckbrief

Die Säuglingsernährung beschreibt die Ernährung des Neugeborenen und Kindes im 1. Lebensjahr inklusive der Einführung von Beikost. Muttermilchernährung bzw. Stillen während der ca. ersten 6 Monate und darüber hinaus nach Beikosteinführung ist hierbei der Goldstandard und mit zahlreichen gesundheitlichen Vorteilen für Mutter und Kind verbunden.

Synonyme

- keine

Keywords

- Ernährung
- Neugeborenes
- Säugling
- Muttermilch
- Stillen
- Säuglingsmilch
- Beikost

Definition

Die Säuglingsernährung beschreibt die Ernährung des Neugeborenen und Kindes im 1. Lebensjahr inklusive der Einführung von Beikost.

- Energiebedarf: ca. 90–95kcal/kg KG/d
- Flüssigkeitsbedarf: ca. 100–150ml/kg KG/d
- Zusammensetzung der Nahrung:
  - Eiweiß: 8–12% der Energie, ca. 1,5–2,0g/kg KG/d (Neugeborene ca. 2,2g/kg KG/d, Frühgeborene ca. 2,5–3,5g/kg KG/d)
  - Fett: ca. 35–45% der Energie
  - Kohlenhydrate: ca. 40–50% der Energie

Flüssigkeits-, Energie- und Proteinbedarf verändern sich bei bestimmten Erkrankungen, Symptomen und Therapiesituationen. Explizit zu nennen sind hier: Fieber, Diarrhö, Fototherapie, Herzinsuffizienz, Oligurie, Ödeme, Frühgeborene, Frühgeborene mit symptomatischem persistierendem Ductus arteriosus, Zystische Fibrose, große Operationen, Polytrauma, Sepsis, Verbrennungen, langfristige Unterernährung. In welchem Ausmaß die Flüssigkeits-, Energie- und

Proteinzufuhr geändert werden muss, wird bei den jeweiligen Krankheitsbildern diskutiert.

Einordnung der Methode im Vergleich zu weiteren Methoden

- keine Angabe möglich

Indikationen

- keine Angabe möglich

Aufklärung und spezielle Risiken

- Muttermilchernährung bietet zahlreiche gesundheitliche Vorteile für Mutter und Kind. Wissenschaftlich nachgewiesen sind [4]:
  - Mutter: gesicherter Effekt: Reduktion des Risikos für Brust- und Eierstockkrebs (Effekt umso größer, je länger die Stilldauer und die Anzahl der Kinder)
  - Kind:
    - gesicherter Effekt: Reduktion der oberen und unteren Atemwegsinfektionen, Reduktion der gastrointestinalen Infektionen, Reduktion der Otitis media sowie von Karies und Zahnfehlstellungen
    - wahrscheinlich Effekt auf höhere Intelligenz, protektiv gegen Diabetes und Obesitas

Personal, Material und Einstelltechnik

- keine Angabe möglich

Durchführung

Muttermilch

- Muttermilchernährung in Form des Stillens ist die Ernährung der 1. Wahl bis zum 6. Lebensmonat.
- Vorteile:
  - optimale Zusammensetzung und Resorbierbarkeit der Nahrung
  - Infektionsschutz durch sekretorisches IgA, Lysozym, Laktoferrin, humane Milcholigosaccharide, Zellen der weißen Blutreihe u.a. → Schutz v.a. vor Infektionen des oberen Respirationstrakts und vor gastrointestinalen Infektionen
  - enthält Verdauungsenzyme
  - nicht allergisierendes Eiweiß
  - Förderung der emotionalen Bindung zwischen Mutter und Kind
  - Förderung der Kieferbildung
  - Förderung der Uterusinvolution
  - reduziert das Risiko der Mutter an Brustkrebs oder Eierstockkrebs zu erkranken
- Zusammensetzung der Muttermilch:
  - Kolostrum („Vormilch“): Milchdrüsensekret der ersten 2–4d nach der Entbindung; gelblich orange Farbe, enthält viel Eiweiß und Mineralien
  - Übergangsmilch: 2. Woche nach Entbindung
  - reife Muttermilch:
    - ab der 3. Woche nach Entbindung
    - eiweiß- und mineralstoffärmer, laktosereicher als Kuhmilch
    - stärkt das Immunsystem des Neugeborenen durch IgA, IgG, IgM, Makrophagen, Lymphozyten, Interferon
- Stillrichtlinien und Tipps:
  - richtiges Anlegen:

- erstes Anlegen wenn möglich sofort nach Geburt bzw. in der ersten Stunde (auch nach Sectio)
- in den ersten Tagen bis zum Milcheinschuss alle 2–3h, danach keine festen Anlegezeiten, sondern nach Bedarf
- initial bis zum Milcheinschuss beide Brüste anbieten, bis zur vollen Laktation Anlegezeiten auf 5–10min pro Brust beschränken, um Rhagaden an den Brustwarzen zu vermeiden (Mastitisprophylaxe)
- bei voller Laktation eine Seite leer trinken lassen (bis 20min), kalorienreichere Milch kommt nach ca. 5min; die andere Seite antrinken lassen (10min); beim nächsten Stillen Beginn mit der angetrunkenen Seite

- Trinkmengen s. Tab. 184.1
- Gewichtskontrolle:
  - Gewichtsverlust bis zu 10% beim gesunden, reifen Säugling normal
  - 12% der vaginal geborenen und 25% der per Sectio geborenen Kinder verlieren sogar mehr an Gewicht
  - Geburtsgewicht sollte Anfang der 3. LW wieder erreicht sein, normale Gewichtszunahme 150–200g/Woche (20–30g/d) im ersten Halbjahr, danach 100g/Woche
  - WHO-Perzentilen (WHO = World Health Organization) für gestillte Kinder zu Überwachung der Gewichtszunahme verwenden [5]

- kein Zufüttern ohne medizinische Indikation

Tab. 184.1 Trinkmengen des Neugeborenen.

	pro Mahlzeit	in 24h
Tag 1	2–10ml	6ml/kg KG
Tag 2	5–15ml	25ml/kg KG
Tag 3	15–30ml	66ml/kg KG
Tag 4	30–60ml	106ml/kg KG

usw. bis 600–720ml erreicht sind
danach Trinkmenge ad libitum – kein zusätzlicher Tee oder Wasser nötig

Kindliche medizinische Indikationen für das Zufüttern

- asymptomatische Hypoglykämie (laborbestätigte Blutglukose niedrig) trotz ausreichend häufigem Stillen; symptomatische Kinder mit Hypoglykämie oder Kinder mit einer Blutglukose von <25mg/dl immer mit i.v.-Glukose behandeln
- erhebliche Dehydratation gemessen an Laborparametern (z.B. hohes Natrium, schlechtes Saugen, Lethargie) trotz stillfördernder Maßnahmen
- Gewichtsverlust von ca. 8–10% am 5. Lebenstag (=120h) oder später oder ein Gewichtsverlust über der 75. Perzentile (s. Normogramme Abb. 184.1 und Abb. 184.2) nach Ausschöpfung aller möglichen Unterstützungsmaßnahmen unter der Annahme einer zu geringen Milchproduktion bzw. eines insuffizienten Milchtransfers
- verzögerte gastrointestinale Passage, weniger als 4 Stühle bis zum 4. Lebenstag oder ausschließlich Mekoniumstühle bis zum 5. Lebenstag (=120h)
- Hyperbilirubinämie/Ikterus mit Gewichtsabnahme und ineffizientem Saugverhalten trotz stillfördernder Maßnahmen
- Muttermilchikterus mit Serumbilirubinwerten von über 20–25mg/dl bei gut gedeihendem Säugling, wenn andere Ursachen für eine Hyperbilirubinämie diagnostisch ausgeschlossen sind und eine Unterbrechung des Stillens sinnvoll ist
- Stoffwechselstörungen, die Zufüttern nötig machen (z.B. bei Phenylketonurie oder ketogener Diät)

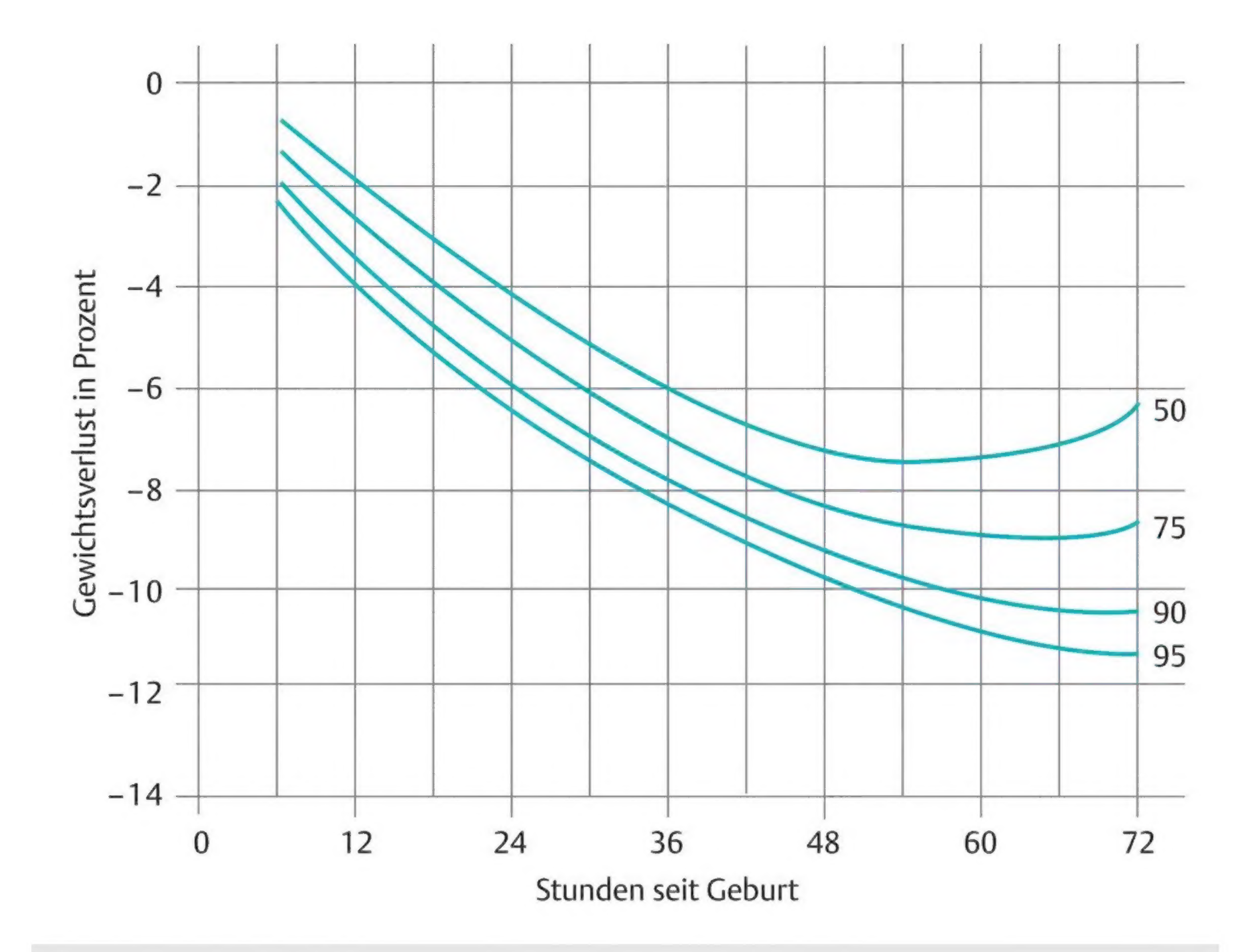


Abb. 184.1 Normogramm.

Gewichtsverlust eines vaginal geborenen reifen Neugeborenen [2].

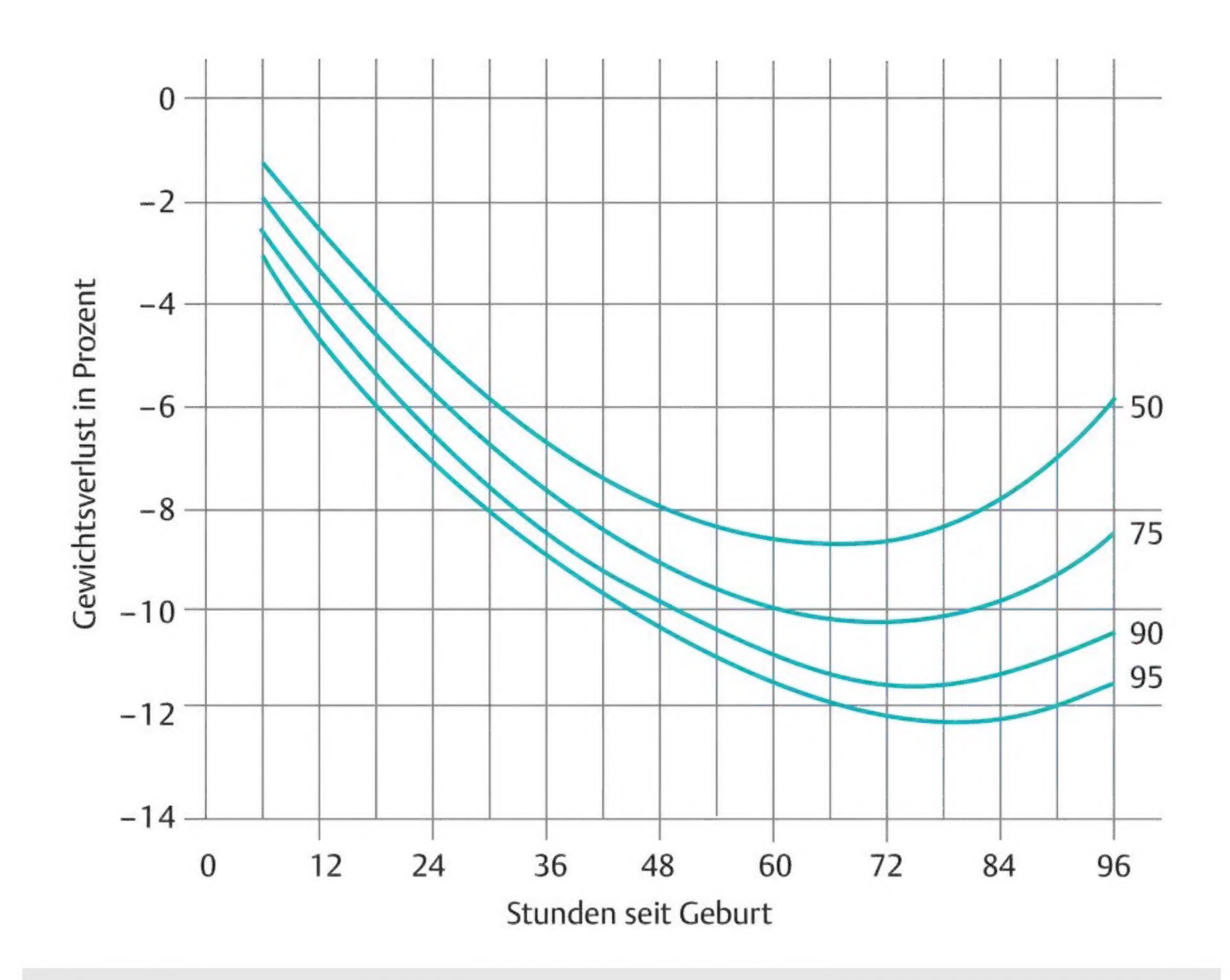


Abb. 184.2 Normogramm.

Gewichtsverlust eines per Kaiserschnitt geborenen reifen Neugeborenen [2].

Mütterliche Indikationen für das Zufüttern

- verzögerte Laktogenese (3–5d oder 72–120h und ungenügende Aufnahme durch den Säugling)
- Hypophyseninsuffizienz (weniger als 5%, fällt oft durch abnorme Form der Brust oder fehlendes Brustwachstum in der Schwangerschaft auf)

- Pathologie der Brust (z.B. nach Brust-OP, insbesondere nach Verkleinerungsoperation)
- unbeherrschbare Schmerzen beim Stillen (trotz optimaler Anlegetechnik)
- kurzfristige Medikation, die mit dem Stillen nicht kompatibel ist (s. www.embryotox.de)

Was kann dem Neugeborenen zugefüttert werden?

- 1. Wahl: abgepumpte Muttermilch, soweit vorhanden
- 2. Wahl: pasteurisierte Frauenmilch, soweit vorhanden
- 3. Wahl: HA-Formula (HA = hypoallergenic) oder Proteinhydrolysat
    - Vorteil: kein intaktes Kuhmilchprotein (Allergieprävention aber fraglich)
    - raschere Bilirubinelemination
- bei Hypoglykämie auch 40% Dextrosegel möglich
- kein Wasser oder Glukoselösung

Kindliche Kontraindikationen für das Stillen

- klassische Galaktosämie (GALT-Mangel; GALT = Galactose-1-phosphat-Uridyltransferase): Stillen bei GALT-Mangel überhaupt nicht möglich (einzige metabolische Krankheit, bei der Stillen kontraindiziert ist und abgestillt werden muss!).
- Bei den folgenden Störungen im Galaktose-Stoffwechsel kann teilgestillt werden:
    - Duarte-Variante des GALT-Mangels (mildere/leichte Form)
    - Galaktokinasemangel (GALK-Mangel; GALK = Galaktokinase)
    - Galaktose-Epimerase-Mangel (GALE-Mangel; GALE = Galaktose-Epimerase)
- Teilstillen bzw. Deckung des Bedarfs von natürlichem Protein aus Muttermilch ist außer beim GALT-Mangel bei allen anderen angeborenen Stoffwechselstörungen möglich.
- Bei der Phenylketonurie ist Teilstillen bzw. Deckung des Bedarfs von natürlichem Protein aus Muttermilch das international standardmäßige Vorgehen.

Mütterliche Kontraindikationen für das Stillen

- HIV-Infektion der Mutter
- Langzeitmedikation, die mit dem Stillen nicht vereinbar ist (www.embryotox.de)

Maßnahmen bei Stillproblemen

- Ausreichende Stillberatung ist die beste Vorbeugung.
- Bei ausgeprägten Stillproblemen sollten die Hauptansprechpartner eine Hebamme, Stillberaterin und/oder eine Geburtshelferin sein.
- Zur Orientierung für den Kinderarzt folgende Hinweise:
    - entspannte Position der Mutter, ruhige Umgebung beim Stillen, „Rooming in“ bei stationärer Aufnahme
    - wunde Brustwarzen: Anlegetechnik überprüfen, Kind sollte ganze Mamille umfassen, Heilsalben (z.B. Bepanthen, Lansinoh), Warzen an der Luft trocknen lassen, kein Alkohol, keine routinemäßige Verwendung von Saughütchen → stören den Milchtransfer
    - Milchstau: Anlegetechnik und Frequenz überprüfen, Weiterstillen, Wärmewickel und Brustmassage vor dem Anlegen, Anlegen in verschiedenen Positionen, bei unzureichender Entleerung durch den Säugling nachpumpen, kühle Wickel nach dem Stillen (Quarkwickel), weite Kleidung
    - Hypogalaktie: häufiges Anlegen stimuliert Prolaktin, evtl. Domperidon p.o.
    - Saughindernis des Kindes: Abpumpen der Milch und mit Sonde verabreichen
    - Mastitis: ärztliche Behandlung erforderlich, kühle Umschläge, Paracetamol oder Ibuprofen und/oder Antibiotika (Breitbandpenicilline); Weiterstillen, Abstillen nicht a priori erforderlich

Stillen und Medikamenteneinnahme

- Bei jeder medikamentösen Behandlung der stillenden Mutter muss darauf geachtet werden, ob die verabreichten Medikamente in die Muttermilch übergehen und die „Mitbehandlung“ des Säuglings unerwünscht oder gefährlich ist.
- Datenbanken liefern hier Geburtshelfer:innen und Kinderärzt:innen Orientierungshilfen; die Datenbanken werden laufend erweitert und aktualisiert:
    - Drugs and Lactation Database LactMed: www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK501922/
    - Embryotox der Charite Berlin: www.embryotox.de

Andere Noxen, die in die Muttermilch übergehen

- Nikotin
- Alkohol
- Insektizide
- Dioxin
- Schwermetalle
- Aflatoxin
- Suchtgifte

Muttermilchersatz

Säuglingsanfangsnahrung (Pre-Nahrung)

- Auf Kuhmilchbasis industriell angefertigte Säuglingsanfangsnahrungen (Pre-Nahrungen) sind Ersatz für Muttermilch, wenn nicht oder nur teilweise gestillt werden kann.
- Das Molke/Casein-Verhältnis ist dem der Muttermilch angepasst, einziges Kohlehydrat ist Laktose.
- Sie decken den Nährstoffbedarf in den ersten 4–6 Lebensmonaten ähnlich wie Muttermilch und können zusammen mit Beikost das ganze 1. Lebensjahr gegeben werden.
- Säuglingsanfangsnahrung auf Sojabasis bei Galaktosämie
    - bei Kuhmilchunverträglichkeit wegen möglicher Kreuzreaktion nicht geeignet
    - hier Verwendung von Semielementarkost
- hypoallergene Nahrung bei allergischer Disposition s. Tab. 184.2

1er-Nahrungen

- können grundsätzlich von Geburt an gegeben werden
- Nachteile gegenüber den Pre-Nahrungen:
    - Eiweiß ist nicht muttermilchadaptiert.
    - Zusätzlich enthalten 1er-Nahrungen Maltodextrin, Stärke oder andere Kohlenhydrate; speziell Maltodextrin ist besonders kariogen und soll daher vermieden werden.
- Hinweis zur Wahl des Muttermilchersatzes:
    - Viele Eltern geben sehr früh (z.B. schon ab dem 2. Lebensmonat oder von Anfang an) 1er-Nahrung und stellen z.B. im 4. Monat auf 2er-Nahrung um, weil diese Nahrungen günstiger sind.
    - Hier sollten Ärzt:innen versuchen, den Eltern klarzumachen, dass Pre-Nahrung für die ersten Lebensmonate die beste Alternative zum Stillen ist.

Tab. 184.2 Säuglingsanfangsnahrung für spezifische Situationen.

Situation	empfohlene Nahrung
Kuhmilchunverträglichkeit und Galaktosämie	Elementarkost Säuglingsanfangsnahrung auf Sojabasis

Situation	empfohlene Nahrung
allergische Prädisposition (erhöhtes Atopierisiko in der Familienanamnese: mind. ein erstgradiger Verwandter, d.h. Eltern oder Geschwister, hat Nahrungsmittelallergie oder inhalative Allergie)	Hydrolysatnahrung, d.h. Säuglingsanfangsnahrung auf Basis von Proteinteilhydrolysaten unterschiedlicher Eiweißquellen (sogenannte HA-Nahrungen: hypoallergene NahrungWirksamkeit muss wissenschaftlich nachgewiesen sein, was bei den meisten Produkten nicht der Fall ist)

Folgemilch und Beikost

Folgemilch (2er-Nahrungen, 3er-Nahrungen, Kleinkindmilch)

- können ab Beikosteinführung gegeben werden
- 2er-Nahrungen mit reduziertem Proteingehalt und Laktose als einzigem Kohlehydrat bevorzugen
- höherer Eisengehalt als Anfangsnahrungen

Beikost

Kostaufbau und Zusammensetzung

Nach ESPGHAN [3]:

- Beikost soll um den 6. Lebensmonat eingeführt werden, je nach Entwicklungsgrad des Kindes nicht vor der 17. Lebenswoche und nicht nach der 26. Lebenswoche.
- Der konkrete Zeitpunkt wird durch die Zeichen des Kindes (motorische Entwicklung, Interesse) bestimmt.
- Ein Weiterstillen mit und nach der Beikosteinführung wird empfohlen.
- Muttermilch und Säuglingsanfangsnahrung bleiben auch nach Einführung der Beikost eine wichtige Energie- und Nährstoffquelle im 1. Lebensjahr (Abb. 184.3).
- Die Auswahl der Lebensmittel für die Beikost wird durch traditionelle, regionale, saisonale und individuelle Faktoren beeinflusst.
- Eine bestimmte Reihenfolge der Breisorteneinführung ist nicht bedeutend, da keine Nachteile für den Säugling durch das Nichteinhalten der Reihenfolge zu erwarten sind.
- Wichtig:
  - nährstoffreiche Lebensmittel: Gemüse, Obst, Hülsenfrüchte, Getreide, Fleisch, Fisch, Eier, Kuhmilch und Kuhmilchprodukte (Joghurt, Buttermilch, Sauermilch)
  - gute Eisenquellen: Fleisch (Rind, Kalb, Schwein), Getreide (Vollkornmehl, Flocken) und Hülsenfrüchte in Kombination mit Vitamin-C-reichen Lebensmitteln
  - gute Jodlieferanten: Meeresfisch und -früchte, Kuhmilch und Kuhmilchprodukte, Eier
  - Gluteneinführung in kleinen Mengen ab dem 5. Monat: Einführung beugt Entstehung einer Zöliakie, Diabetes Typ 1 und Weizenallergie vor.
  - Wasser ist das ideale Getränk, im Becher oder Glas angeboten; kein Dauernuckeln; keine gesüßten Tees oder Fruchtsäfte → Karies
  - kein Honig → Risiko des Säuglingsbotulismus
  - keine kleinen Lebensmittel wie Nüsse, Samen Körner → Aspirationsgefahr
  - keine „Quetschis“ → hoher Fruktosegehalt → Überfütterung

Zubereitung

- Selbstzubereitung aus schadstoff- und nitratarmen Lebensmitteln oder industriell erzeugt
- Industriell erzeugte Lebensmittel werden bzgl. ihres Schadstoffgehalts überwacht.

Beikost bei Kuhmilchunverträglichkeit, Galaktosämie und allergische Disposition

- Kuhmilchallergie: keine Milchfertigbreie! Getreidekomponente zuzüglich Semielementarkost
- wichtiger Hinweis zu Vollmilch:
  - bis zum 6. Lebensmonat gänzlicher Verzicht auf Kuhmilch

- danach in kleinen Mengen zur Zubereitung eines Milch-Getreide-Breis 1× täglich, max. 100–200ml/d
- kein Ersatz für Muttermilch oder Säuglingsmilch, Gefahr des Eisenmangels und okkulter intestinaler Blutungen

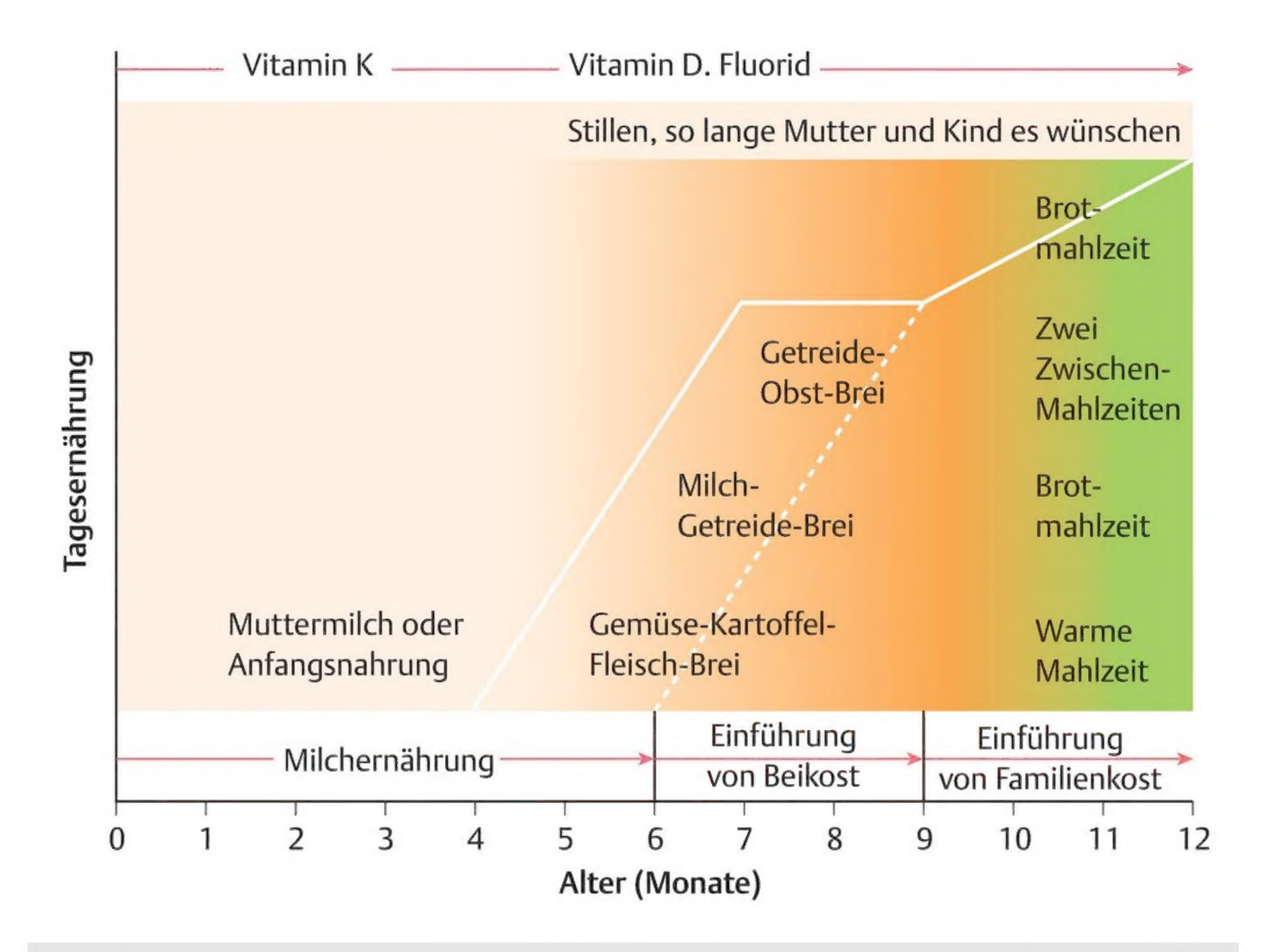


Abb. 184.3 Ernährungsplan.

Schema des Ernährungsplans für das 1. Lebensjahr mit Milchernährung und Beikost sowie Nährstoffsupplementen [1].

Mögliche Komplikationen

- keine Angabe möglich

Literatur

Quellenangaben

- [1] Ernährungskommission der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGKJ), Bührer C et al. Ernährung gesunder Säuglinge. Monatsschr Kinderheilkd 2014; 6: 527–538
- [2] Flaherman VJ, Schaefer EW, Kuzniewicz MW et al. Early weight loss nomograms for exclusively breastfed newborns. Pediatrics 2015; 135: e16–23 ADDIN EN.REFLIST
- [3] Fewtrell M, Bronsky J, Campoy C et al. Complementary Feeding: A Position Paper by the European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition (ESPGHAN) Committee on Nutrition. J Pediatr Gastroenterol Nutr 2017;64(1):119–132
- [4] Victora CG, Bahl R, Barros AJD et al. Breastfeeding in the 21st century: epidemiology, mechanisms, and lifelong effect. Lancet 2016; 387: 475–490
- [5] WHO. Child growth standards. Im Internet: www.who.int/tools/child-growth-standards/standards; Stand 05.01.2023

Literatur zur weiteren Vertiefung

- [1] Haiden N, Ernährungskommission der Österreichischen Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde. Zufüttern im Krankenhaus beim gestillten reifen Neugeborenen und späten Frühgeborenen – Update 2017. Monatsschr Kinderheilkd 2018; 166: 605–610

Wichtige Internetadressen

- Drugs and Lactation Database LactMed: www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK501922/
- Embryotox der Charitee Berlin: www.embryotox.de

- Österreichische Beikostempfehlungen: www.richtigessenvonanfangan.at

Ernährung in der pädiatrischen Palliativmedizin

Anna-Maria Schneider

Steckbrief

Die Palliativmedizin als interdisziplinäres Konzept hat sich in der Pädiatrie zunehmend etabliert. Bei dem Ziel, die Lebensqualität der Patienten möglichst lange zu erhalten, spielt die Ernährung eine große Rolle [3]. Eine Optimierung der Ernährung führt zur Verbesserung des subjektiven und objektiven Gesundheitszustands. Auch wird die Fähigkeit, das eigene Kind zu ernähren von vielen Eltern als wichtig erachtet und spielt für die Gemeinschaftlichkeit und den Familienverbund mit einem Kind mit einer lebenslimitierenden Erkrankung eine wichtige Rolle.

Synonyme

- Ernährung bei lebenslimitierenden Erkrankungen
- Ernährung als Unterstützung, um die Lebensqualität zu verbessern
- Ernährung in der Lebensendphase

Keywords

- Mangelzustände
- Optimierung
- Unterstützung
- Lebensqualität
- Obstipation
- Sondenernährung
- Energiezufuhr

Definition

Die Optimierung der Ernährung in der Palliativmedizin unterstützt den Gesundheitszustand und steigert das Wohlbefinden bei Patienten*innen und den Angehörigen. Die Balance an adäquater Versorgung ohne Übereifer ist gefragt.

Einordnung der Methode im Vergleich zu weiteren Methoden

- keine Angabe möglich

Indikationen

- Grundkrankheiten: alle progredienten und nicht progredienten lebenslimitierenden Krankheiten nach Wechsel von kurativem zu palliativem Behandlungsansatz
- Probleme: sehr unterschiedlicher Natur in Abhängigkeit von der Grundkrankheit:
    - Nahrungsverweigerung
    - Fütterungsschwierigkeiten
    - Schluckprobleme
    - Atemwegsprobleme
    - gastroösophageale Refluxkrankheit (GÖRK)
    - Obstipation (verlängerte Darmtransitzeit)
    - Diarrhö
- Folgezustände: Mangel- und/oder Fehlernährung

Aufklärung und spezielle Risiken

- keine Angabe möglich

Personal, Material und Einstelltechnik

- Idealerweise sollte das Ernährungsregime interdisziplinär entwickelt werden.
- Das Hinzuziehen von Diätolog*innen ist obligat.

Durchführung

Diagnostik

- Anamnese mit Ernährungsprotokoll
- klinischer Status
- anthropometrische Maße mithilfe der Standardperzentilenkurven (bei Immobilität Verwendung der Fersen/Kniehöhen-Messung)
- in Sonderfällen bioelektrische Impedanzanalyse (Ganzkörper- bzw. segmentale Messungen)

Laborbefunde

- bezogen auf Grundkrankheit und Ernährungsdefizite
- Blutbild, Strukturproteine (z.B. Albumin), Elektrolyte oder Vitamin B_{12} können hilfreich sein, liefern jedoch keinen Rückschluss auf das Ausmaß der Fehlernährung.

Ernährungskonzept

- Für viele einzelne Erkrankungen existieren klare Vorgaben hinsichtlich Ernährungs- und Flüssigkeitsmanagement (z.B. Stoffwechselerkrankungen oder zystische Fibrose).
- Generell gilt es aber im therapeutischen Gesamtkonzept Mangel- und/oder Fehlernährung zu erkennen und zu behandeln.
- Das Ziel eines guten Ernährungskonzepts ist das Wohlbefinden des Kindes.
- Zuhilfenahme von altersbezogenen Referenzwerten für den Energie-/Nährstoff- und Flüssigkeitsbedarf (z.B. [2]), wobei der Bedarf bei körperlich beeinträchtigten Patienten niedriger liegt, in Stresssituationen zeitweise aber auch höher (Infektionen, Trauma, Verbrennungen u.a.)
- bei der Auswahl einer alters- und krankheitsadaptierten Kost Anlehnung an generelle Empfehlungen, z.B. Zufuhrplan nach optimiX (angelehnt an die Empfehlungen der optimierten Mischkost [1])
- Generell sollte eine orale der enteralen (Sonde), und enterale der parenteralen Ernährung vorgezogen werden.
  - Die orale Ernährung soll je nach Bedarf konsistenzadaptiert (weich, breiig, eingedickt etc.) angeboten werden und bei Sondennahrungen auf Ballaststoffgehalt, Hydrolysierungsgrad und Energiedichte geachtet werden.
  - Bei passageren Ernährungsstörungen ist die Ernährung über eine Magensonde anzustreben.
- strenge Indikationsstellung zur Anlage einer PEG-Sonde (PEG = perkutane endoskopische Gastrostomie) (schwere Schluckstörung, Gedeihstörung trotz Ausnutzung aller Optimierungshilfen, Medikamentengabe peroral nicht mehr möglich, nachgewiesener GÖRK u.a. unter Bedacht auf Verhältnismäßigkeit); Einschulung der Eltern und Einbeziehung der ganzen Familie, auch der anderen Kinder
- besonderes Augenmerk auch auf Stuhlverhalten
  - Obstipation kann sich negativ auf Nahrungstoleranz auswirken.
  - Die Therapie mit Polyethylenglykol als Akut- und Dauerbehandlung und unterstützend Prä- und Probiotika ist bewährt.
  - bei rezidivierendem Erbrechen kleinere Mengen und langsameres Sondieren, medikamentös sind Ondansetron oder Protonenpumpeninhibitoren zu erwägen
- in der Lebensendphase häufig Abnahme von Durst- und Hungergefühl; momentane Bedürfnisse stehen im Vordergrund (keine forcierte Nahrungszufuhr!)

Mögliche Komplikationen

- (zunehmende) Aspirationsgefahr bei oraler Nahrungszufuhr
- Missverhältnis zwischen tatsächlich individuellem und berechnetem Bedarf
- überhöhte Flüssigkeitszufuhr in der Lebensendphase mit Flüssigkeitseinlagerung in verschiedenen Kompartimenten

Literatur

Quellenangaben

- [1] Alexy U, Clausen K, Kersting M. Die Ernährung gesunder Kinder und Jugendlicher nach dem Konzept der Optimierten Mischkost. Ernährungsumschau 2008; 3: 168–177
- [2] Deutsche Gesellschaft für Ernährung ÖGfE, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 2. Aufl. 7. aktualisierte Ausgabe. Bonn: Köllen Druck + Verlag GmbH; 2021
- [3] Jones R, Behrens R, Brunner-Krainz M et al. Leitlinien zur Ernährung in der pädiatrischen Palliativmedizin. Paediatr Paedolog Austria 2015; 50: 4–24

Vitaminversorgung

Nadja Haiden, Melanie Gsöllpointner

Steckbrief

Eine adäquate Vitaminversorgung ist für das Wachstum und viele Stoffwechselvorgänge essenziell, da der Körper diese nicht bedarfsgerecht selbst synthetisieren kann. In der Regel ist eine Unterschreitung der Referenzwerte für die Vitaminzufuhr durch eine ungeeignete Lebensmittelauswahl bedingt und erhöht dadurch die Wahrscheinlichkeit einer Unterversorgung, lässt jedoch keinen Rückschluss auf einen Mangel zu. Eine Überversorgung ist bei einer gewöhnlichen Ernährung fast ausgeschlossen und ist meist durch die Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln bedingt.

Synonyme

- Vitaminzufuhr
- Vitaminstatus

Keywords

- Referenzwerte
- Nährstoffzufuhr
- Bedarf

Definition

Die Vitaminversorgung gibt an in welchem Ausmaß der Bedarf an Vitaminen gedeckt ist. Die Beurteilung der Vitaminversorgung sollte stets durch klinische und biochemische Parameter erfolgen. Zur Beurteilung der Vitaminversorgung können aber auch Ernährungserhebungen beitragen. Hierbei wird die Nährstoffzufuhr ermittelt und mit dem Referenzwert verglichen.

Einordnung der Methode im Vergleich zu weiteren Methoden

- Eine Einordnung der Methode im Vergleich zu weiteren Methoden ist in diesem Fall nicht möglich.

Indikationen

- Es sind keine Indikationen zu nennen.

Aufklärung und spezielle Risiken

- Die Zufuhr über die Ernährung reicht nicht aus, um den Bedarf an Vitamin D zu decken. Aufgrund der fehlenden Sonnenexposition wird deshalb bei Säuglingen eine Vitamin-D-

Supplementierung empfohlen.

- Bei einem rein veganen Lebensstil kann der Bedarf an Vitamin B_{12} nicht über die Nahrung gedeckt werden, weshalb eine Supplementation unbedingt erforderlich ist. Auch bei einer vegetarischen Lebensweise besteht ein erhöhtes Risiko für eine Unterversorgung von Vitamin B_{12} .
- Vitaminüberversorgungen sind meistens die Folge von zu hoch dosierten Supplementen.

Personal, Material und Einstelltechnik

- keine Angabe möglich

Durchführung

- s. Tab. 186.1

Tab. 186.1 Vitamine – Vorkommen und Bedarf [1], [2].

Vitamin	wasserlöslich	fettlöslich	Vorkommen	Bedarf
Vitamin A (Retinoid)		×	Eigelb, Milchfett, Leber, Seefisch, Gemüse	1000–3200IE/d
Vitamin C (Ascorbinsäure)	×		frisches Obst und Gemüse (Cave: nicht in Kuhmilch, aber in ausreichendem Maß in der Muttermilch und der Säuglingsanfangsnahrung vorhanden)	20–105mg/d
Vitamin D (Colecalciferol)		×	Butter, Eier, Milch; der Gehalt in Muttermilch ist für den täglichen Bedarf nicht ausreichend, daher Neugeborenen- und Säuglingsprävention	400–1000IE/d
Vitamin E (α-Tocopherol)		×	Pflanzenöl, Eier, Muttermilch, Leber, Gemüse	3–15mg/d
Vitamin K (Phytomenadion)		×	Blattgemüse, Schweineleber, Bildung durch intestinale Darmflora; der Gehalt in der Muttermilch ist für den täglichen Bedarf nicht ausreichend, daher Neugeborenenprävention	4–70µg/d
Vitamin B_1 (Thiamin)	×		Getreide, Hefe, Leber, Milch, Gemüse, Muttermilch	0,2–1,4mg/d
Vitamin B_2 (Riboflavin)	×		Milch, Eier, Fleisch, Obst, Blattgemüse, Muttermilch	0,3–1,6 g/d
Vitamin B_3 (Niacin)	×		Leber, Hefe, Geflügel, Gemüse, Muttermilch	2–17mg/d
Vitamin B_6 (Pyridoxin)	×		Leber, Gemüse, Obst, Vollkorngetreide, Fleisch, Muttermilch	0,1–1,6mg/d
Vitamin B_{12} (Cobalamin)	×		Milch, Eier, Fisch, v.a. Fleisch, Muttermilch	0,5–4µg/d
Folsäure	×		Blattgemüse, Tomaten, Gurken, Getreide, Innereien, Fisch, Fleisch, Muttermilch	60–300µg/d

Mögliche Komplikationen

- Komplikationen sind nicht bekannt.

Literatur

Quellenangaben

- [1] Deutsche Gesellschaft für Ernährung ÖGfE, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 2. Aufl. 7. aktualisierte Ausgabe. Bonn: Köllen Druck + Verlag GmbH; 2021 ADDIN EN.REFLIST
- [2] Kunz C, Zittermann A. Vitamin D im Kindes- und Jugendalter in Deutschland. Monatsschr Kinderheilkd 2015; 163: 776–782

Alternative Ernährungsformen

Nadja Haiden

Steckbrief

Alternative Ernährungsformen haben in den letzten Jahren unter Kindern stark zugenommen. Hauptgründe hierfür sind gesundheitliche Vorteile, aber auch Tierwohl und Klimaschutz. Wichtig ist es für den Pädiater, Eltern und Kinder, die sich für alternative Ernährungsformen entschieden haben, kompetent zu beraten und gut zu begleiten, um negative gesundheitliche Folgen zu vermeiden.

Synonyme

- keine

Keywords

- Vegetarismus
- Veganismus
- Makrobiotik
- anthroposophische Ernährungslehre
- Vollwerternährung
- Frutarismus

Definition

Mit alternativen Ernährungsformen ist üblicherweise eine Ernährungsform gemeint, die von der üblichen europäischen Mischkost abweicht.

Es gibt mehrere Formen des **Vegetarismus** :

- ovolaktovegetarische Ernährung: Es werden alle Lebensmittel gegessen, außer
  - Fleisch und Fisch.
- ovovegetarische Ernährung:
  - Es werden neben pflanzlichen Lebensmitteln auch Eier gegessen.
  - Fleisch, Fisch sowie Milch und Milchprodukte werden gemieden.
- laktovegetarische Ernährung:
  - Es werden neben pflanzlicher Kost auch Milch und Milchprodukte verzehrt.
  - Eier, Fleisch und Fisch werden gemieden.
- vegane (streng vegetarische) Ernährung:
  - Es werden nur rein pflanzliche Lebensmittel gegessen.
  - Verzichtet wird auf Fleisch, Fisch, Milch und Milchprodukte, Eier und Honig.

Je strikter Fleisch, Ei und Milch gemieden werden, desto größer ist die Gefahr von Mangelerscheinungen. Generell nehmen Vegetarier und Veganer aber weniger gesättigte Fettsäuren, Cholesterin und tierisches Protein auf. Vegetarier haben einen geringeren BMI, leiden weniger häufig an Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes oder Darmkrebs. Grundsätzlich spricht nichts gegen eine gut begleitete vegetarische Ernährung, da der Nährstoffbedarf gedeckt werden kann – eine rein vegane Ernährung wird wegen der Notwendigkeit der Vitamin-B_{12}-Supplementierung nicht empfohlen.

Bei einer **Vollwerternährung** werden hauptsächlich rohe und nur wenig verarbeitete Lebensmittel verzehrt, wie naturbelassener Getreideschrot, Nüsse, Honig und Obst sowie Rohmilch. Das ist gefährlich für den Säugling und meist ungeeignet für Kleinkinder.

Die **Makrobiotik** ist eine vegane Ernährungsform und besteht hauptsächlich aus Vollkorngetreide, Zerealien und gekochtem Gemüse. Sie ist durch Eiweiß-, Kalzium- und Vitaminarmut gekennzeichnet.

Die **anthroposophische Ernährungslehre** ist dem Laktovegetarismus ähnlich, aber es werden keine Nachtschattengewächse (z.B. Kartoffel) verzehrt; auch die Vitamin-D-Substitution wird abgelehnt (→ Rachitis!).

Beim **Frutarismus** werden Nahrungsmittel gegessen, die die Natur „freiwillig“ von sich aus

liefert: Obst, das vom Baum fällt, Gemüse aus dem Beet (Tomate, Zucchini, Paprika, Gurken etc.), Hülsenfrüchte, Samen und Nüsse sowie Getreide, solange die Pflanze dabei nicht beschädigt wird. Häufig führt dies zu Mangelerscheinungen, wie Vitamin-B_{12}- und Vitamin-D- sowie Kalzium- und Eisenmangel.

Einordnung der Methode im Vergleich zu weiteren Methoden

- keine Angabe möglich

Indikationen

- keine Angabe möglich

Aufklärung und spezielle Risiken

- Bei einer rein veganen Ernährungsform ist die Supplementierung von Vitamin B_{12} unbedingt erforderlich!
- Es kann sonst zu irreversiblen neurologischen Schäden kommen.

Personal, Material und Einstelltechnik

- keine Angabe möglich

Durchführung

- kritische Nährstoffe bei Veganern und Vegetariern:
  - **Vitamin B_{12}**: Veganer können ohne Supplementierung keine ausreichende Vitamin-B12-Versorgung sicherstellen, bei Mangel kommt es zu schwersten irreversiblen neurologischen Schäden. Empfohlene Zufuhr von Vitamin B_{12}:
    - 0,4µg/d in den ersten 6 Lebensmonaten
    - 0,8µg/d im 2. Lebenshalbjahr
    - 1,0µg/d ab dem 1. Lebensjahr
    - wichtig: Monitoring von Holotranscobalamin (im Serum; metabolisch aktive Form des Vitamin B_{12}) und Methylmalonsäure (in Serum oder Urin)
  - **Omega-3-Fettsäuren**: werden über pflanzliche Nahrungsmittel aufgenommen (α-Linolensäure, ALA), z.B. Lein-, Raps- und Walnussöl
  - **Kalzium**: als Kalziumquelle geeignet: grüne Gemüsesorten, wie Brokkoli, Grünkohl und Rucola, sowie Hülsenfrüchte, Nüsse, Samen, mit Kalzium angereicherte Sojamilch, Sojajoghurt, Tofu, Zerealien und Mineralwässer
  - **Vitamin D**: findet sich in pflanzlichen Lebensmitteln (Avocado, Champignon) nur als Vitamin D_2 (Ergocalciferol) sehr geringen Mengen
  - **Eisen**: 3-wertiges Nicht-Hämeisen aus pflanzlichen Quellen (Vollkorngetreide, Hülsenfrüchte, Sojaprodukte, Nüsse, Samen, Trockenfrüchte) kann nicht so gut aufgenommen werden wie 2-wertiges Hämeisen aus Fleisch
  - **Eiweiß**: gute pflanzliche Eiweißquellen: Hülsenfrüchte, Sojaprodukte, Getreide, Nüsse und Samen
  - **Jod**: in jodiertem Speisesalz enthalten
  - **Zink**: in Vollkornprodukten, Hülsenfrüchten und Nüssen enthalten

Mögliche Komplikationen

- Vitamin-B_{12}-Mangel
- Vitamin-D-Mangel
- Eisenmangel, Kalziummangel
- Jodmangel, Zinkmangel
- Eiweißmangel, Mangel an Omega-3-Fettsäuren

Literatur

Weiterführende Literatur

- [1] Haiden N, Koletzko B. Vegetarische und vegane Ernährung. Monatsschr Kinderheilk 2019; 166: 998–998

Ernährung des Kleinkindes und des Schulkindes

Nadja Haiden

Steckbrief

Die Ernährung des Klein- und Schulkindes sollte altersgerecht und ausgewogen sein, um Nährstoffdefiziten und Überernährung vorzubeugen. Die Ernährung jenseits des Säuglingsalters ist dadurch gekennzeichnet, dass das Kleinkind sich langsam, aber kontinuierlich an die Ernährungsgewohnheiten der Familie anpasst. Die Ernährungsgewohnheiten des Kindes sind oft sprunghaft wechselnd. Kinder bevorzugen oft eine bestimmte Speise für eine bestimmte Zeit und lehnen andere Speisen oder Lebensmittel ab. Eltern, Bezugspersonen, andere Kinder und Betreuungspersonen beeinflussen das Essverhalten und spielen durch ihre Vorbildwirkung sowie durch das Bereitstellen von Lebensmitteln eine wichtige Rolle bei der Lebensmittelauswahl.

Synonyme

- keine

Keywords

- Flüssigkeitszufuhr
- Nährstoffzufuhr
- Portionsgröße

Definition

Die Ernährung im Kleinkind- und Schulalter umfasst die Ernährung des Kindes im Alter von 1–15 Jahren.

Einordnung der Methode im Vergleich zu weiteren Methoden

- keine Angabe möglich

Indikationen

- keine Angabe möglich

Aufklärung und spezielle Risiken

- s. Kap. Mögliche Komplikationen

Personal, Material und Einstelltechnik

- keine Angabe möglich

Durchführung

Nahrungsbedarf

- Der **Energiebedarf** setzt sich aus Ruheenergieumsatz und körperlicher Aktivität zusammen [2].
  - Säuglingsalter bis zum 4. Lebensjahr: 1200kcal/d für Jungen und 1100kcal/d für Mädchen
  - Bis zum Jugendalter (15 Jahre) steigt der Bedarf je nach Aktivitätslevel auf 2300–2900kcal/d bei Jungen und 1900–2500kcal/d bei Mädchen,
  - Der Bedarf von Mädchen liegt 5–10% unter dem Bedarf von Jungen.
- **Nahrungszusammensetzung:**
  - Eiweiß (ca. 10–15% der Energiezufuhr): beim Kleinkind 1g/kg KG/d, beim Jugendlichen 0,9g/kg KG/d

    - Fett (30–40% der Energiezufuhr bis zu 4 Jahren, danach 30–35% der Gesamtenergie):
        - Linolsäure (n-6-Fettsäure): 2,5% der Gesamtenergie
        - α-Linolensäure (n-3 Fettsäure): 0,5% der Gesamtenergie
    - Kohlenhydrate: ca. 50% der Energiezufuhr
- **Kontrolle von Gewicht und Größe**: entsprechend den Wachstumsperzentilenkurven [1] [3]; Kind sollte innerhalb seines individuellen „Wachstumskanals“ bleiben
- **Flüssigkeitsbedarf:**
    - 1–3 Jahre: 1300ml/d
    - 4–7 Jahre: 1600ml/d
    - 7–10 Jahre: 1800ml/d
    - 10–13 Jahre: 2150ml/d
    - 13–15 Jahre: 2450ml/d
    - bei Fieber zusätzlich 12% pro °C (über 37,5°C)

Ernährung in den unterschiedlichen Altersstufen

- Für alle Altersstufen gilt: Die Portionsgröße wird anhand der Größe der Kinderhände gemessen (eine „Handvoll“, eine „Faust“, eine „Handfläche“).
- **Getränke:**
    - Generell ist auf eine ausreichende Flüssigkeitsaufnahme zu achten.
    - Diese Menge ist abhängig von den Lebensumständen des Kindes (z.B. Außentemperatur, körperliche Bewegung).
    - Wasser ist das ideale Getränk.
    - Fruchtsäfte sind keine Durstlöscher. Falls diese angeboten werden, dann nur selten und in verdünnter Form (3 Teile Wasser, 1 Teil Saft).
    - Andere zuckerhaltige bzw. gesüßte Getränke (z.B. Limonaden, Sportgetränke, Fruchtnektar, verdünnte Sirupe) werden für Kinder nicht empfohlen.
    - Koffeinhaltige Getränke (z.B. Kaffee, Grüntee, Schwarztee, Eistee auf Schwarzteebasis, Cola-Getränke oder Energy Drinks) sind für Kinder nicht geeignet und sollen vermieden werden.
- **Gemüse und Obst:**
    - Kleinkinder sollen täglich reichlich Gemüse, Hülsenfrüchte und Obst essen.
    - Ideal sind 3 Portionen Gemüse und/oder Hülsenfrüchte und 2 Portionen Obst.
    - Obst oder Gemüse soll Bestandteil jeder Mahlzeit sein.
    - Für größere Kinder sind täglich 3 Portionen Gemüse und/oder Hülsenfrüchte und 2 Portionen Obst, sowohl roh als auch gekocht, empfehlenswert.
    - Bei der Auswahl von Obst, Gemüse und Hülsenfrüchten ist eine bunte Abwechslung unter Beachtung des saisonalen und regionalen Angebots sinnvoll.
    - Eine Portion Gemüse, Hülsenfrüchte oder Obst entspricht der Menge, die in einer Kinderhand Platz hat (=„Handvoll“).
- **Getreide und Kartoffel**:
    - Kinder sollen täglich bis zu 5 Portionen Getreide, Brot, Nudeln, Reis oder Kartoffel essen.
    - Dabei sind Produkte aus Vollkorn zu bevorzugen.
    - Als Maß für eine Portion Getreide und Kartoffel dient die Kinderhand (=„Handvoll“, „Faust“ und „Handfläche“).
- **Milch und Milchprodukte:**
    - Für Kinder sind täglich bis zu 3 Portionen Milch und Milchprodukte empfohlen.
    - Bei der Auswahl an Produkten ist auf Abwechslung zu achten.

  - Ideal sind 2 Portionen „weiße“ Produkte, z.B. Milch, Butter- und Sauermilch (½ Glas), Joghurt (½ Becher), Hüttenkäse (eine Kinderfaust), und eine Portion „gelbe“ Produkte (Käse, 1–1½ Scheiben).
  - Weder Milch noch Kakao sind Durstlöscher – dafür ist der Kaloriengehalt zu hoch.
- **Fisch:**
  - Pro Woche sind 1–2 Portionen Fisch am Speiseplan ideal, bevorzugt eine Portion Süßwasserfischarten, wie Saibling, Zander, Forelle oder Karpfen, und eine Portion fettreiche Meeresfische, wie Lachs, Hering oder Makrele.
  - Eine Portion Fisch entspricht einer Kinderhandfläche.
- **Fleisch und Wurst:**
  - Pro Woche können bis zu 3 Portionen Fleisch und Wurst am Speiseplan stehen.
  - Eine Portion Fleisch oder Wurst entspricht einer Kinderhandfläche.
- **Eier:**
  - Pro Woche sind max. 2 Eier für Kinder angemessen.
  - Auch verarbeitete Eier in Teigwaren, Backwaren und Speisen sind zu berücksichtigen.
- **Öle und Fette:**
  - Ein täglicher Verzehr von bis zu 25g Öle und Fette (insgesamt 5 Teelöffel) ist für Kinder empfohlen.
  - Pflanzliche Öle, Nüsse oder Samen sollen bevorzugt werden.
  - Streich-, Back- und Bratfette (z.B. Butter, Margarine, Mayonnaise, Schmalz, Kokosfett/-öl) sowie fettreiche Milchprodukte, wie Sahne, Sauerrahm, Crème Fraîche, sind hingegen nur sparsam zu verwenden.
- **Fettes, Süßes und Salziges:**
  - Fett-, zucker- und salzreiche Lebensmittel (z.B. Süßigkeiten, Mehlspeisen, Knabbereien, gesüßte Milchprodukte) und zuckerhaltige Getränke (z.B. Limonaden, unverdünnte Fruchtsäfte, Sirupe) sollen nur selten (jedenfalls nicht täglich) und dann nur in Form von einer kleinen Portion (max. 130–140kcal für 4- bis 7-Jährige und max. 150–170kcal für 7- bis 10-Jährige) konsumiert werden.

Einfluss auf das Essverhalten

- positiver Einfluss: wiederholtes Anbieten von Lebensmitteln, Anbieten verschiedener Lebensmittel, gemeinsames Probieren und Essen neuer Lebensmittel, Vorbildwirkung: gesundes Essverhalten
- negativer Einfluss: strenge Kontrolle, Verbote, Zwang zum Essen, Belohnung

> **Merke:**
>
> Regelmäßige gemeinsame Mahlzeiten spielen eine große Rolle für das Ernährungsverhalten des Kindes und sind Teil des sozialen Lebens.

Bewegung

- Kinder sollen so viel wie möglich in Bewegung sein, am besten im Freien.
- Optimal ist es, die Bewegung der Kinder altersgerecht und abwechslungsreich zu gestalten.
- Dabei wird eine mittlere bis hohe Intensität und eine Dauer von mindestens 60 Minuten pro Tag empfohlen.

Mögliche Komplikationen

- Bei einer Unverträglichkeit gegenüber Lebensmitteln wird zwischen einer immunologisch bedingten Allergie und einer Intoleranz ohne immunologische Beteiligung (z.B. Laktoseintoleranz) unterschieden.
- Die Prävalenz der Nahrungsmittelallergie liegt bei Kindern bei 4,2%.

    - Die Häufigkeit der Nahrungsmittelallergie ist zudem altersabhängig; sie nimmt mit dem Alter wieder ab.
    - Bei Kindern bis 6 Jahren sind Allergien gegen Hühnerei und Kuhmilch am häufigsten.
        - Bis zum Schulalter werden diese Nahrungsmittel häufig wieder vertragen.
        - Aufgrund dieses natürlichen Verlaufs ist eine regelmäßige ärztliche Überprüfung hinsichtlich Toleranzentwicklung notwendig, damit das Ausschließen von Nahrungsmitteln nur so lange beibehalten wird, wie es angemessen oder nötig ist.
- Bei Nahrungsmittelintoleranzen, wie Laktose- oder Histaminunverträglichkeit, wird eine gewisse, individuell unterschiedliche Menge des betreffenden Lebensmittelinhaltsstofes oft toleriert. Ein kompletter Ausschluss des Nahrungsmittels ist daher nicht immer notwendig.
- Ein längerfristiger Ausschluss von Lebensmitteln ist nur gerechtfertigt, wenn eine Nahrungsmittelallergie oder -intoleranz ärztlich nachgewiesen ist.

Literatur

Quellenangaben

- [1] Adliance GmbH. Software zur Beurteilung von Körpermessdaten bei Kindern. Im Internet: www.wachstum.at; Stand: 09.01.2023
- [2] Deutsche Gesellschaft für Ernährung ÖGfE, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 2. Aufl. 7. aktualisierte Ausgabe. Bonn: Köllen Druck + Verlag GmbH; 2021
- [3] World Health Organization. Child growth standards. Im Internet: www.who.int/tools/child-growth-standards/standards; Stand: 09.01.2023

Literatur zur weiteren Verfügung

- [1] Österreichische Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde. Richtig essen von Anfang an! Ernährungsempfehlungen für ein- bis dreijährige Kinder (2014). Im Internet: www.richtigessenvonanfangan.at/download/0/0/2cb915f75713b21f8b5cde4e8980af5a3d2b2616/fileadmin/Redakteure_REVAN/user_upload/2020_05_05_Ernährungsempfehlungen_1–3_Jahre_FINALE_VERSION_SEP_14.pdf; Stand: 09.01.2023
- [2] Österreichische Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde. Richtig essen von Anfang an! Ernährungsempfehlungen für Kinder im Alter von 4 bis 10 Jahren (2017). Im Internet: www.richtigessenvonanfangan.at/download/0/0/9ddedf216bf31bfaaf2ab4ea1b1e52f9010a310f/fileadmin/Redakteure_REVAN/user_upload/2020–02–28_Ernährungsempfehlungen_4–10_Jährige_FINAL.pdf; Stand: 09.01.2023

Ernährung von Frühgeborenen

Nadja Haiden

Steckbrief

Frühgeborene müssen je nach Reife des Gastrointestinaltrakts an enterale bzw. orale Nahrungszufuhr gewöhnt werden. Bei Kindern unter 1500g ist eine parenterale Ernährung zusätzlich zum enteralen Nahrungsaufbau obligat. Reifere Frühgeborene können oft bereits enteral ernährt werden, haben aber noch keine ausgereifte Koordination, um gleichzeitig zu Saugen, Schlucken und zu Atmen, weshalb die enterale Ernährung über eine Magensonde erfolgt. Muttermilchernährung bringt für jedes Frühgeborene viele gesundheitliche Vorteile: Sie erkranken wesentlich seltener an einer nekrotisierenden Enterokolitis (NEK), Frühgeborenen-Retinopathie (ROP), bronchopulmonalen Dysplasie (BPD) oder Sepsis. Zudem hat Muttermilch einen positiven Effekt auf die intellektuelle und auf die neurologische Entwicklung des Frühgeborenen.

Synonyme

- enterale Ernährung

Keywords

- Muttermilch
- Muttermilchsupplemente
- Spendermilch
- Magenreste
- Sondenernährung
- minimal enteral feedings (MEF)
- bukkale Kolostrumgabe
- CMV (Zytomegalievirus)
- pasteurisieren
- Probiotika

Definition

Die Ernährung von Frühgeborenen (FG) umfasst die Ernährung über den Gastrointestinaltrakt entweder via Sonde oder durch eigenständiges Trinken.

Einordnung der Methode im Vergleich zu weiteren Methoden

- Da parenterale Ernährung etliche Risiken und Nebenwirkungen mit sich bringt (Katheterinfektionen, Sepsis, mit parenteraler Ernährung assoziierte Lebererkrankung [PNALD = parenteral nutrition-associated liver disease], mit parenteraler Ernährung assoziierte Cholestase [PNAC = parenteral nutrition-associated cholestasis] u.a.), ist ein rascher enteraler Nahrungsaufbau anzustreben.
- Enterale Ernährung ist wann immer möglich parenteraler Ernährung vorzuziehen.

Indikationen

- keine Angabe möglich

Aufklärung und spezielle Risiken

- CMV-Infektion via Muttermilch
- erhöhtes NEK-Risiko (NEK = nekrotisierende Enterokolitis) bei der Fütterung von Formulanahrungen

Personal, Material und Einstelltechnik

- <32. SSW (Schwangerschaftswoche) in der Regel anfangs Sondenernährung erforderlich
  - Stillversuche an der leergepumpten Brust sind in jedem Gestationsalter möglich.
  - Bei jeder Sondenmahlzeit solle ein Schnuller angeboten werden, damit das nicht nutritive Saugen gefördert wird (außer das Kind schläft).
- Ab 32. SSW sind Trinkversuche und Ernährung via Brust oder Flasche möglich.
- Es gibt keinen Vor- oder Nachteil hinsichtlich orogastraler bzw. nasogastraler Sondenanlage.
- Bolusfütterung wahrscheinlich besser als kontinuierliche Fütterung, aber keine eindeutige Evidenzlage
- enterale Mahlzeitfrequenz 2–3-stündlich

Durchführung

Nährstoffbedarf

- s. Tab. 189.1

Tab. 189.1 Nährstoffbedarf bei Frühgeborenen [2][4].

	ESPGHAN 2022 [2]	Nutr Care Preterm 2021 [4]	Einheit

	ESPGHAN 2022 [2]	Nutr Care Preterm 2021 [4]	Einheit
Flüssigkeit	135–200	135–200	ml/kg/d
Energie	115–140	110–130	kcal/kg/d
Protein	3,5–4,5	3,5–4,5	g/kg/d
Fett	4,8–8,1	4,55–8,1	g/kg/d
essenzielle Fettsäuren – LA	385–1540	385–1540	mg/kg/d
essenzielle Fettsäuren – ALA	>55	>55	mg/kg/d
DHA	30–65	0,5–1% der gesamten Fettsäuren	mg/kg/d
ARA	30–100		mg/kg/d
EPA	<20		mg/kg/d
Kohlenhydrate	11–15 (17)	11–13	g/kg/d
Natrium	3,0–5,0(–8,0)	3,0–5,0 (–8,0)	mmol/kg/d
Kalium	2,3–4,6	2,0–5,0	mmol/kg/d
Chlorid	3,0–5,0 (–8,0)	3,0–5,0 (–8,0)	mmol/kg/d
Kalzium	120–232	120–220	mg/kg/d
Phosphat	70–115	70–120	mg/kg/d
Magnesium	9–12,5	8–15	mg/kg/d
Eisen	2–3 (6)	1–3	mg/kg/d
Zink	2–3	2–3	mg/kg/d
Kupfer	120–230	120–230	µg/kg/d
Selen	7–10	7–10	µg/kg/d
Mangan	1–15	1–15	µg/kg/d
Jod	11–55	10–55	µg/kg/d
Chrom	0,03–2,25	0,03–2,25	µg/kg/d
Molybdän	0,3–5	0,3–5	µg/kg/d
Vitamin B_1	140–290	132–275	µg/kg/d
Pantothensäure	0,60–2,2	0,60–2,1	
Biotin	3,5–15	3,3–15	µg/kg
Niacin	1100–5700	1100–5500	µg/kg/d
Ascorbinsäure (Vitamin C)	17–43	16,5–41	mg/kg
Vitamin B_2	200–430	200–430	µg/kg/d
Pyridoxin	70–290	66–275	µg/kg/d
Folsäure	23–100	22–100	µg/kg/d
Vitamin B_{12}	0,10–0,60	0,12–0,60	µg/kg
Vitamin A	1333–3300	1332–3300	IU/kg
Vitamin D	400–700 IU/kg/d, max. 1000 IU/d	400–1000/d gesamt von Milch und Supplement	IU/kg/d
Vitamin E	2,2–11	2,2–11	mg/kg/d
Vitamin K	4,4–28	4,4–28	µg/kg

ALA = α-Linolensäure, ARA = Arachidonsäure, DHA = Docosahexaensäure, EPA = Eicosapentaensäure, LA = Linolsäure.

Nahrung

- 1. Wahl und Goldstandard: Muttermilch
  - Muttermilch ist wie ein Medikament für Frühgeborene zu sehen → protektive Wirkung gegen NEK, ROP (Frühgeborenen-Retinopathie, engl. retinopathy of prematurity), BPD (bronchopulmonale Dysplasie) und Sepsis nachgewiesen, reduziert Mortalität
  - bei CMV-seropositiver Mutter und FG <28. SSW → evtl. pasteurisieren der Muttermilch, da CMV-Übertragung möglich [3]
  - bei HIV-Infektion (HIV = humanes Immundefizienz-Virus) keine

    - Muttermilchverfütterung (gilt nicht für Subsahara-Afrika)
    - bei Hepatitis-B-positiver Mutter (z.B. HbsAg) Stillen möglich, wenn das FG aktiv und passiv geimpft wurde
    - ab einer enteralen Toleranz von 40–100ml/kg soll Muttermilch mit Muttermilchsupplementen angereichert werden
- 2. Wahl: Spendermilch
    - Spendermilch muss meist pasteurisiert werden und verliert dadurch immunologische und protektive Eigenschaften.
    - in jedem Fall Formulanahrung vorzuziehen
    - wirkt ebenfalls protektiv gegen NEK
- 3. Wahl: Frühgeborenennahrungen für den Klinikbereich bzw. später für den Entlassungsbereich (Nestle Beba F1 bzw. Beba F2, Aptamil Prematil bzw. Aptamil PDF)
- Muttermilchanreicherung durch Muttermilchsupplemente (Nestle FM85, Aptamil FMS)
    - Standardanreicherung: vom Hersteller vorgegebene Menge an Supplement wird 100ml Muttermilch beigemengt
    - individuelle Anreicherung: Adaptation des Muttermilchsupplements nach Serumharnstoff
    - Zielanreicherung: Makronährstoffe werden in der Muttermilch mittels Muttermilchanalyse gemessen und auf einen Zielwert ergänzt
    - Beimengung hochkonzentrierter Formulanahrung als Anreicherung nicht empfohlen
    - Es gibt keine Evidenz für einen Vorteil von exklusiver Humanmilchernährung mit Muttermilchsupplementen auf Basis von Humanmilch im Vergleich zu Muttermilchsupplementen auf boviner Basis im Hinblick auf NEK, Sepsis oder entwicklungsneurologischem Outcome.

Nahrungsaufbau

- Beginn so bald wie möglich in den ersten Stunden nach der Geburt
- zusätzlich bukkale Kolostrumgabe: 0,1l Kolostrum alle 2–3h in die Backe, wahrscheinlich positiver Effekt auf Immunsystem und Darmbesiedelung
- MEF („minimal enteral feedings“):
    - kleine Mengen Nahrung (0,5ml alle 2–3h) sollten immer gegeben werden, da vorteilhaft für Darmentwicklung und -wachstum, Zottenwachstum, Enzymproduktion und Motilitätssteigerung (= verbesserte Nahrungstoleranz)
    - Nabelvenen- oder Arterienkatheter keine Kontraindikation für enterale Ernährung
- tägliche Steigerung:
    - 18–30ml/kg/d sicher in Bezug auf NEK
    - rasche Steigerung hat positiven Effekt auf Wiedererreichen des Geburtsgewichts und reduziert Anzahl an Katheterinfektionen
    - Ende der parenteralen Ernährung bei enteraler Toleranz ab 135ml/kg
- Zielmenge: 160–180ml/kg/d
- Magenreste:
    - kein valider Parameter für Nahrungsintoleranz
    - routinemäßige Bestimmung nicht empfohlen
    - nur in Zusammenhang mit anderen Zeichen – extreme abdominelle Distension, Abwehrspannung, blutige Stühle, Apnoen oder Temperaturinstabilität – Zeichen einer NEK

Supplementierung von Elektrolyten und Vitaminen

- Grundsätzlich enthält angereicherte Muttermilch bzw. Frühgeborenenformula ausreichende Makro- und Mikronährstoffe, mit Ausnahme von Vitamin D und Eisen.

Eisensupplementierung

- Frühgeborene und Geburtsgewicht <2000g [1]:
    - Dosierung: 2–3mg/kg/d
    - Beginn: 2.–6. Lebenswoche (bei Frühgeborenen mit einem Geburtsgewicht <1000g mit 2.–4. Lebenswochen)
    - Dauer: bis zum 6.–12. Lebensmonat in Abhängigkeit von Hb und Ferritin
- Geburtsgewicht 2000–2500g („low birth weight infants“) [1]:
    - Dosierung: 1–2mg/kg/d
    - Beginn: 2.–6. Lebenswoche
    - Dauer: bis 6 Monate, egal ob Früh- oder Reifgeboren („small for gestational age“) in Abhängigkeit von Hb und Ferritin

Knochenstoffwechsel und Vitamin-D-Supplementierung

- Bedarf an Vitamin D: 800–1000IE/d (1gtt Oleovit = 400IE), mit 2gtt/d (gtt = Guttae, Tropfen) entsprechende Versorgung
- keine routinemäßige Supplementierung von Kalzium und Phosphor (ausreichend in Muttermilchsupplement bzw. Entlassungsnahrungen enthalten)
- Risikokinder für Osteopenie:
    - <28. + 0 SSW
    - <1000g
    - langzeitparenterale Ernährung (4–5 Wochen)
    - bronchopulmonale Dysplasie mit Furosemidgabe
    - Langzeitgabe von Kortikosteroiden
    - nekrotisierende Enterokolitis
- Monitoring des Knochenstoffwechsels indiziert:
    - bei Kindern mit Geburtsgewicht <1500g (darüber nicht) Beginn ab 4–5 Wochen
    - bei Risikokindern
    - bei ausschließlich gestillten Kindern 2–4 Wochen nach der Entlassung
    - Parameter: alkalische Phosphatase, Serumkalzium, Serumphosphor, Kalzium und Phosphatausscheidung im Harn, nur bei Risikokindern 25-OH-Vitamin-D und Parathormonbestimmung im Serum

Multivitaminsupplemente

- Da Muttermilchsupplemente und Entlassungsnahrung mit Vitaminen angereichert sind, wird der Vitaminbedarf dadurch abgedeckt.
- Werden Muttermilchsupplemente oder Entlassungsnahrungen trotz Indikationsstellung aus irgendwelchen Gründen nicht verabreicht (Kostengründen, Praktikabilitätsgründen), ist es sinnvoll, Multivitaminsupplemente zu verabreichen, um den erhöhten Vitaminbedarf abzudecken (z.B. Multibionta 10–15gtt).

Probiotika

- effektiv in Bezug auf die Reduktion von Mortalität und NEK
- empfohlene Stämme [5] [6]: Lactobacillus rhamnosus GG ATCC 53103 oder eine Kombination von Bifidobacterium infantis Bb-02, Bifidobacterium lactis Bb-12 und Streptococcus thermophilus TH-4

Mögliche Komplikationen

- Kuhmilchproteinallergie
- NEK

- Osteopenie

Literatur

Quellenangaben

- [1] Domellöf M, Braegger C, Campoy C et al. Iron requirements of infants and toddlers. J Pediatr Gastroenterol Nutr 2014; 58: 119–129
- [2] Embleton ND, Moltu SJ, Lapillonne A et al. Enteral Nutrition in Preterm Infants (2022): A Position Paper from the ESPGHAN Committee on Nutrition and invited experts. J Pediatr Gastroenterol Nutr 2022; DOI: 10.1097/MPG.0000000000003642
- [3] Haiden N, Wald M, Berger A. Prävention von CMV-Infektionen bei Frühgeborenen (<28+0 SSW oder einem Geburtsgewicht <1000g) durch Muttermilch – Update 2018 – Konsensuspapier der Ernährungskommission, gemeinsam mit der Arbeitsgruppe Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin der Österreichischen Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde (ÖGKJ). Monatsschr Kinderheilkd 2019; 167: 323–328
- [4] Koletzko B, Chea FC, Domellöf M, Poindexter BB, Vain N, van Goudoever JB, Hrsg. Nutritional Care of Preterm Infants. World Review of Nutrition and Dietetics. Karger: Basel; 2021
- [5] van den Akker CHP, van Goudoever JB, Shamir R et al. Probiotics and Preterm Infants: A Position Paper by the European Society for Paediatric Gastroenterology Hepatology and Nutrition Committee on Nutrition and the European Society for Paediatric Gastroenterology Hepatology and Nutrition Working Group for Probiotics and Prebiotics. J Pediatr Gastroenterol Nutr 2020; 70: 664–680
- [6] van den Akker CHP, van Goudoever JB, Szajewska H et al. Probiotics for Preterm Infants: A Strain-Specific Systematic Review and Network Meta-analysis. J Pediatr Gastroenterol Nutr 2018; 67: 103–122

Parenterale Ernährung

Nadja Haiden

Steckbrief

Parenterale Ernährung kommt immer dann zum Einsatz, wenn eine enterale Versorgung mit Flüssigkeit und Nährstoffen nicht oder nicht ausreichend möglich ist. Die beiden Hauptaufgaben parenteraler Ernährung bestehen daher in der Flüssigkeits- und Elektrolythomöostase und in der Versorgung des kindlichen Organismus mit Makro- und Mikronährstoffen.

Synonyme

- intravenöse Nährstoffzufuhr

Keywords

- Flüssigkeitszufuhr
- Makronährstoffe
- Mikronährstoffe

Definition

Die parenterale Ernährung umfasst die Zufuhr von Flüssigkeit, Makro- und Mikronährstoffen über einen venösen Zugang.

Einordnung der Methode im Vergleich zu weiteren Methoden

- Alternative, wenn enterale Ernährung nicht oder nur unzureichend möglich ist

Indikationen

- Frühgeborene mit einem Geburtsgewicht <1500g bzw. einem Gestationsalter von <32. SSW,
- reifere bzw. größere Frühgeborene, die noch nicht in der Lage sind, ihren Nährstoffbedarf

enteral zu decken,

- kritisch kranke Neugeborene und Kinder (Sepsis, Asphyxie),
- Früh- und Neugeborene sowie Kinder nach chirurgischen Eingriffen [9].

Aufklärung und spezielle Risiken

- mögliche Komplikationen s. Kap. Mögliche Komplikationen

Personal, Material und Einstelltechnik

- generelle Verwendung von Standardlösungen empfohlen (industriell oder pharmazeutisch hergestellt),
- individuelle Zubereitungen sollen nur verwendet werden, wenn die Nährstoffzufuhr mit Standardlösungen nicht abgedeckt werden kann (z.B. sehr kranke instabile Patienten, Patienten mit Flüssigkeits- oder Elektrolytverlust, Patienten, die eine langzeitige parenterale Ernährung benötigen, z.B. bei Kurzdarmsyndrom) [12].

Durchführung

Früh- und Neugeborene

Flüssigkeits- und Energiezufuhr

- Übersicht s. Tab. 190.1, [4], [5]
- tägliches Wiegen vor allem beim kleinen Frühgeborenen und beim kritisch kranken Kind indiziert; Bedside-Echokardiografie zur Beurteilung des kardialen Füllungszustands hilfreich
- Nach initialem Gewichtsverlust sollte nach 7–10d das Geburtsgewicht wieder erreicht werden.
- bis zu 30% weniger Flüssigkeitsverlust bei Behandlung im Doppelwandinkubator (bei 90% Luftfeuchtigkeit)
- Beatmung mit befeuchteter Atemluft: Reduktion der Flüssigkeitsverluste um bis zu ca. 20ml/kg/d
- Eine zu hohe Flüssigkeitszufuhr ist mit einer erhöhten Inzidenz an Ductus arteriosus persistens, nekrotisierender Enterokolitis und bronchopulmonaler Dysplasie und mit erhöhter Mortalität assoziiert.
- Der Energiebedarf der ersten Tage und bei kritisch kranken Früh- und Neugeborenen beträgt 45–55kcal/kg/d. Für Wachstum und die Zunahme fettfreier Masse benötigt ein Neugeborenes eine täglich Kalorienzufuhr von 90–110 bzw. ein Frühgeborenes 90–120kcal/kg/d.
- tägliche Gewichtszunahme in der Phase stabilen Wachstums 17–20g/kg/d

Tab. 190.1 Flüssigkeitszufuhr bei Früh- und Neugeborenen.

Flüssigkeitszufuhr (ml/kg/d)	Frühgeborenes <1000g	Frühgeborenes 1000–1500g	Frühgeborenes >1500g	Reifgeborenes
1. Tag	80–100	70–90	60–80	40–60
2. Tag	100–120	90–110	80–100	50–70
3. Tag	120–140	110–130	100–120	60–80
4. Tag	140–160	130–150	120–140	60–100
5. Tag	160–180	160–180	140–160	100–140
Zwischenphase	140–160	140–160	140–160	140–170
Wachstumsphase	140–160	140–160	140–160	140–160

Makronährstoffe

- Kohlenhydrate, Aminosäuren und Fett sollen so früh wie möglich ab dem ersten Lebenstag zugeführt werden (Tab. 190.2).
- bei Hyperglykämie (unter parenteraler Ernährung):
  - Serumglukose >145mg/dl (>180mg/dl bei Frühgeborenen): Zufuhr reduzieren bzw.

bei wiederholten Blutzuckerwerten >180mg/dl trotz reduzierter Zufuhr Insulintherapie erwägen

  - Exzessive Glukosezufuhr und Hyperglykämie steigert das Infektionsrisiko, erhöht die CO_2-Produktion und das Risiko einer Fettleber.

- Hypoglykämien (unter parenteraler Ernährung): Serumglukose <45mg/dl vermeiden
- Die Proteinakkretion ist von der Energieaufnahme abhängig; um 1g Aminosäuren zu verwerten, sind 30–40kcal nötig.
- Eine minimale Aminosäurezufuhr von 1,5g/kg/d ist erforderlich, um bei Neu- und Frühgeborenen eine negative Stickstoffbalance zu vermeiden.
- Grundsätzlich sollen 20%ige Mehrkomponenten-Lipidemulsionen mit oder ohne Fischöl verwendet werden, diese sollen kontinuierlich über 24h appliziert werden.
- Lipidemulsionen sind Kalorienträger und gewährleisten die Zufuhr essenzieller Fettsäuren
  - Frühgeborene: Linolsäure mindestens 0,25g/kg/d
  - Reifgeborene: Linolsäure mindestens 0,1g/kg/d
- Die Überprüfung der Lipidzufuhr erfolgt durch die Messung von Serumtriglyzeriden; diese kann unter laufender Fettzufuhr erfolgen. Obergrenze: 265mg/dl
- Triglyzeride bei Sepsis engmaschig überwachen und eventuell Fettzufuhr reduzieren, basale Zufuhr von essenziellen Fettsäuren gewährleisten
- bei unklarer Thrombozytopenie Serumtriglyzeride überprüfen und eventuell Fettzufuhr reduzieren
- IFALD („intestinal failure associated liver disease“):
  - Mehrkomponenten-Lipidemulsionen mit Fischöl verwenden (kein reines Sojaprodukt) und Reduktion der Fettzufuhr überlegen
  - Verwendung von purem Fischöl nicht empfohlen, evtl. bei progressiver IFALD als Rescue-Therapie
- Eine Carnitinzufuhr (20–30mg/kg/d) ist bei Frühgeborenen aufgrund der geringen Speicher und allgemein bei parenteraler Ernährung über 4 Wochen zu erwägen.
- Lipidlösungen sollen vor Licht (Bildung von Radikalen) geschützt gegeben werden [7], [8], [13].

Tab. 190.2 Empfohlene mittlere Zufuhr an Makronährstoffen.

		Frühgeborenes <1500g	Reifgeborenes
Glukose (mg/kg/min)	1. Lebenstag	4–8	2,5–5
	nach dem 1. Lebenstag	schrittweise 8–10 (mind. 4–max. 12)	schrittweise 5–10 (mind. 2,5–max. 12)
Aminosäuren (g/kg/d)	1. Lebenstag	1,5	1,5
	nach dem 1. Lebenstag	2,5–max. 3,5	max. 3
Fette (g/kg/d)	1. Lebenstag	1–3	spätestens ab dem 2. Lebenstag
	nach dem 1. Lebenstag	max. 4	max. 4

Mikronährstoffe

Elektrolyte

- Übersicht s. Tab. 190.3, [2], [3], [4], [10]
- In der parenteralen Ernährungslösung sollen – wenn möglich – organische Salze verwendet werden, um das Ausfallen von Salzen zu vermeiden.
- Die Prävention von Hypo- und Hyperkalziämie und Hypo- und Hyperphosphatämie ist essenziell.
- Kalzium wird hautsächlich für den Knochenaufbau benötigt.
- Phosphat wird nicht nur für den Knochenaufbau, sondern auch für den Gewebeaufbau benötigt. Die Einlagerung von 1g Protein benötigt die Aufnahme von 0,3mmol Phosphat.

- Die ideale Ratio Ca:P-Ratio beträgt daher 0,8–1,0.
- bei wachstumsretardierten Frühgeborenen Serumphosphat kontrollieren und unbedingt ausreichend zuführen, da hohes Risiko für Hypophosphatämie (Muskelschwäche, Atemnotsyndrom, Herzschwäche, Tod)
- Hypophosphatämie verursacht ATP-Mangel, verschiebt die Sauerstoffdissoziationskurve nach links und reduziert periphere Sauerstoffaufnahme und Transport (Muskelschwäche, verzögerte Entwöhnung von Beatmung, Glukoseintoleranz, Begünstigung nosokomialer Infektionen, Tod).
- in den ersten Tagen der parenteralen Ernährung beim Frühgeborenen immer Kalzium (Ca), Phosphat (P) und Magnesium (Mg) zuführen
- Hat die Mutter eines Frühgeborenen antenatal eine Magnesiumtherapie erhalten, soll die Magnesiumzufuhr in den ersten Tagen angepasst werden.

Tab. 190.3 Empfohlene mittlere Zufuhr an Elektrolyten und Mineralstoffen für Früh- und Neugeborenen.

Elektrolyt	Phase	<1500g mmol/kg/d	>1500g mmol/kg/d	Reifgeborene mmol/kg/d
Natrium	1.–2. Lebenstag	0–2(3)	0–2(3)	0–2
	3. Lebenstag	0–5(7)	0–3	0–2
	4.–5. Lebenstag	2–5(7)	2–5	1–3
	Zwischenphase	2–5(7)	2–5	2–3
	Wachstumsphase	3–5(7)	3–5	2–3
Kalium	1.–3. Lebenstag	0–3	0–3	0–3
	4.–5. Lebenstag	2–3	2–3	2–3
	Zwischenphase	1–3	1–3	1–3
	Wachstumsphase	2–5	1–3	1,5–3
Kalzium	erste Lebenstage	0,8–2,0	0,8–2,0	0,8–1,5
	Wachstumsphase	1,6–3,5	1,6–3,5	0,8–1,5
Phosphat	erste Lebenstage	1,0–2,0	1,0–2,0	0,7–1,3
	Wachstumsphase	1,6–3,5	1,6–3,5	0,7–1,3
Magnesium	erste Lebenstage	0,1–0,2	0,1–0,2	0,1–0,2
	Wachstumsphase	0,2–0,3	0,2–0,3	0,1–0,2

Vitamine und Spurenelemente

- Übersicht s. Tab. 190.4, [2], [3], [4], [10]
- Vitamine sollen täglich und ab dem 1. Lebenstag gemeinsam mit der Fettemulsion verabreicht werden, Spurenelemente mit der Aminosäurelösung.
- Routinemäßige Bestimmungen von Serumvitaminen und Spurenelementen werden nicht empfohlen.
- Wann immer möglich, ist die enterale Eisenzufuhr der parenteralen vorzuziehen.
- Patienten unter langzeitiger parenteraler Ernährung, die nicht enteral versorgt werden können, sollten Eisen unter Kontrolle des Eisenstatus in parenteraler Form erhalten. Eisen-Sucrose ist am besten untersucht, in den USA sind Präparate ab 2 Jahren und in Deutschland je nach Präparat ab 28 Tagen bzw. ab 1 Jahr zugelassen.
- Intravenöse Eisenlösungen können in die parenterale Ernährungslösung gemischt werden und so verabreicht werden.

Tab. 190.4 Empfohlene mittlere Zufuhr an Vitaminen und Spurenelementen bei Früh- und Neugeborenen.

empfohlene Zufuhr pro kg/d	Frühgeborene	Reifgeborene
Vitamin A (IE)	700–1500	500–1000 oder 2300/d
Vitamin D (IE)	80–400	40–150

empfohlene Zufuhr pro kg/d	Frühgeborene	Reifgeborene
Vitamin E (IE)	2,8–3,5	2,8–3,5
Vitamin K (µg)	10	10
Vitamin C (mg)	15–25	15–25
Vitamin B_1 (µg)	350–500	350–500
Vitamin B_2 (µg)	150–200	150–200
Nikotinamid/Niacin (mg)	4–6,8	4–6,8
Vitamin B_6 (µg)	150–200	150–200
Pantothensäure (mg)	2,5	2,5
Biotin (µg)	5–8	5–8
Folsäure (µg)	56	56
Vitamin B_{12} (µg)	0,3	0,3
Zink (µg)	400–500	250
Kupfer (µg)	40	20
Selen (µg)	7	2–3
Mangan (µg)	<1	<1
Molybdän (µg)	1	0,25
Jod (µg)	1–10	1
Eisen (µg)	200–250	50–100

Säuglinge, Kinder und Jugendliche

Flüssigkeits- und Energiezufuhr

- Der Flüssigkeitsbedarf ist eng mit dem Energiebedarf verknüpft: 1kcal pro 1ml Flüssigkeit
- Bei teilparenteraler Ernährung muss die enterale Ernährung in die Gesamtflüssigkeitszufuhr einberechnet werden.
- Flüssigkeitsbedarf erhöht:
  - Fieber
  - Hyperventilation
  - Hypermetabolismus
  - gastrointestinale Verluste
  - Nierenversagen
- Flüssigkeitsbedarf erniedrigt:
  - kritisch krankes Kind
  - Beatmung
- Monitoring Flüssigkeitsbedarf u.a. mithilfe von:
  - klinischem Status
  - Gewicht
  - Bilanz
  - Serumelektrolyte
  - Säure-Base-Status/Blutgasanalyse/Basendefizit
  - Hämatokrit und Harnstoff im Serum
  - spezifischem Gewicht des Harns, Harnelektrolyten
- Bei kritisch kranken Kindern zwischen 28 Tagen bis 18 Jahren kann die parenterale Ernährung bis zu einer Woche pausiert werden. Flüssigkeit und Mikronährstoffe müssen allerdings verabreicht werden.
- Berechnungsmöglichkeiten für die Flüssigkeitszufuhr s. Tab. 190.5, Tab. 190.6 und Tab. 190.7, [4], [5]

Tab. 190.5 Flüssigkeitsbedarf nach Holliday/Segar.		
Gewicht	**ml/kg/d**	**ml/kg/h**
A: für die ersten 10kg	100	4
B: jedes Kilo zwischen 10 und 20kg	+50ml/extra kg/d	+2ml/extra kg/h
C: jedes Kilo über 20kg	+25ml/extra kg/d	+1ml/extra kg/h
Gesamtbedarf	A+B+C	A+B+C

Tab. 190.6 Alternative Schätzung des Flüssigkeitsbedarfs.					
	<1 Jahr	**1–2 Jahre**	**3–5 Jahre**	**6–12 Jahre**	**13–18 Jahre**
Flüssigkeit (ml/kg/d)	120–150	80–120	80–100	60–80	50–70

Tab. 190.7 Empfohlenen mittlere Energiezufuhr in Abhängigkeit vom Lebensalter.			
	akute Phase kcal/kg/d	**stabile Phase kcal/kg/d**	**Erholungsphase kcal/kg/d**
0–1 Jahre	45–50	60–65	75–85
1–7 Jahre	40–45	55–60	65–75
7–12 Jahre	30–40	40–55	55–65
12–18 Jahre	20–30	25–40	30–55

Makronährstoffe

- empfohlene Glukosezufuhr s. Tab. 190.8, [7], [8], [13]
- Bei wiederholten Blutzuckerwerten >180mg/dl ist der Beginn einer Insulintherapie empfohlen, wenn die Reduktion der Glukosezufuhr nicht ausreicht.
  - Hyperglykämie (>145mg/dl) ist mit einer erhöhten Morbidität und Mortalität assoziiert.
  - Hypoglykämie (<45mg/dl) ist ebenfalls zu vermeiden.
- Bei Kindern soll die maximale parenterale Fettzufuhr 3,0g/kg/d nicht übersteigen.
- Bei Säuglingen und Kindern wird eine Linolsäurezufuhr von mindestens 0,1g/kg/d empfohlen, was mit allen zugelassenen Fettemulsionen erreicht werden kann.
- Bei Säuglingen und Kindern sollen 20%ige Fettemulsionen verwendet werden.
- Für längerdauernde parenterale Ernährung wird die Verwendung einer Mehrkomponenten-Lipidemulsion mit oder ohne Fischöl empfohlen.
- Bei zyklischer Fettzufuhr soll die Fettemulsion gemeinsam mit anderen Nährstoffen appliziert werden.
- Lipidemulsionen möglichst nicht gemeinsam mit Heparin applizieren (Emulsion wird besonders in Gegenwart von Kalzium instabil)
- Carnitinsupplementierung bei parenteraler Ernährung, die länger als 4 Wochen dauert (20–30mg/kg/d)
- empfohlene Obergrenzen für die Serumtriglyzeridkonzentration:
  - Säuglinge: 265mg/dl
  - Kinder: 400mg/dl
- Blutabnahme zur Triglyzeridbestimmung unter laufender Zufuhr möglich
- bei unklarer Thrombozytopenie Serumtriglyzeride überwachen und eventuell Fettzufuhr reduzieren
- Triglyzeride bei Sepsis engmaschig überwachen und eventuell Fettzufuhr reduzieren
- IFALD („intestinal failure associated liver disease“):
  - Mehrkomponenten-Lipidemulsionen mit Fischöl verwenden (kein reines Sojaprodukt) und Reduktion der Fettzufuhr überlegen
  - Verwendung von purem Fischöl nicht empfohlen, evtl. bei progressiver IFALD als Rescue-Therapie
- empfohlene Aminosäurezufuhr s. Tab. 190.9

Tab. 190.8 Empfohlene mittlere Glukosezufuhr in Abhängigkeit vom Körpergewicht in mg/kg/min (g/kg/d).

	akute Phase	stabile Phase	Erholungsphase
28d–10kg	2–4 (2,9–5,8)	4–6 (5,8–8,6)	6–10 (8,6–14)
11–30kg	1,5–2,5 (2,2–3,6)	2–4 (2,8–5,8)	3–6 (4,3–8,6)
31–45kg	1–1,5 (1,4–2,2)	1,5–3 (2,2–4,3)	3–4 (4,3–5,8)
>45kg	0,5–1 (0,7–1,4)	1–2 (1,4–2,9)	2–3 (2,9–4,3)

Akute Phase und stabile Phase beschreiben Patienten in einem intensivmedizinischen Setting (z.B. Beatmung), die Erholungsphase bezieht sich auf alle anderen Patienten.

Tab. 190.9 Empfohlene mittlere Aminosäurezufuhr in Abhängigkeit vom Lebensalter.

	empfohlene Zufuhr (g/kg/d)
Reifgeborenes	1,5–3
2 Monate bis 3 Jahre	1–2,5
3–18 Jahre	1–2

Mikronährstoffe

Elektrolyte

- Definitionen Elektrolytstörungen (Serumwerte):
  - Hyperkaliämie:
    - K>6mmol/l: häufig durch Nierenversagen bedingt
    - K>7mmol/l: benötigt prompte Intervention
  - Hypokaliämie: K<3,5mmol/l
  - Hypernatriämie: Na>145mmol/: langsame Reduktion von 10–15mmol/24h
  - Hyponatriämie: Na<135mmol/l
  - schwere metabolische Azidose: pH<7,2, Basendefizit>10mmol/l oder Bikarbonat <12mmol/l
- Übersicht über empfohlene Zufuhr an Elektrolyten s. Tab. 190.10, [2], [3], [4], [10]

Tab. 190.10 Empfohlene mittlere Zufuhr von Natrium, Kalium, Chlorid, Kalzium, Magnesium und Phosphat in Abhängigkeit vom Lebensalter.

	Natrium (mmol/kg/d)	Kalium (mmol/kg/d)	Chlorid (mmol/kg/d)	Kalzium (mmol/kg/d)	Phosphat (mmol/kg/d)	Magnesium (mmol/kg/d)
0–6 Monate	2–3	1–3	2–4	0,8–1,5	0,7–1,3	0,1–0,2
7–12 Monate	2–3	1–3	2–4	0,5	0,5	0,15
1–2 Jahre	1–3	1–3	2–4	0,25–0,4	0,2–0,7	0,1
3–5 Jahre	1–3	1–3	2–4	0,25–0,4	0,2–0,7	0,1
6–12 Jahre	1–3	1–3	2–4	0,25–0,4	0,2–0,7	0,1
13–18 Jahre	1–3	1–3	2–4	0,25–0,4	0,2–0,7	0,1

Vitamine und Spurenelemente

- Übersicht s. Tab. 190.11 und Tab. 190.12
- Vitamine sollen täglich und ab dem 1. Lebenstag gemeinsam mit der Fettemulsion verabreicht werden, Spurenelemente mit der Aminosäurelösung.

- Routinemäßige Bestimmungen von Serumvitaminen und Spurenelementen werden nicht empfohlen.
- Wann immer möglich, ist die enterale Eisenzufuhr der parenteralen vorzuziehen; Dosierung: 50–100µg/kg/d bis 5mg/d.
- Patienten unter langzeitiger parenteraler Ernährung sollten Eisen unter Kontrolle des Eisenstatus nur dann in parenteraler Form erhalten, wenn eine enterale Zufuhr nicht realisiert werden kann. Eisen-Sucrose ist am besten untersucht, in den USA sind Präparate ab 2 Jahren und in Deutschland je nach Präparat ab 28 Tagen bzw. ab 1 Jahr zugelassen.
- Intravenöse Eisenlösungen können in die parenterale Ernährungslösung gemischt werden und so verabreicht werden.
- bei Cholestase evtl. auch den Manganspiegel bestimmen und Zufuhr unterbrechen (Zusatz an Spurenelementen überprüfen); hohe Manganspiegel können IFALD begünstigen
- Schema für Laborkontrollen und Kontrolluntersuchungen unter parenteraler Ernährung s. Tab. 190.13, [2], [3], [4], [10]

Tab. 190.11 Empfohlene mittlere Tageszufuhr an Vitaminen in Abhängigkeit vom Lebensalter.

	Säuglinge bis 12 Monate (pro kg/d)	Kinder und Jugendliche (pro d)
Vitamin A (µg)	150–300	150
Vitamin D (IE)	40–150	400–600
Vitamin E (IE)	2,8–3,5	11
Vitamin K (µg)	10	200
Vitamin C (mg)	15–25	80
Vitamin B_1 (µg)	350–500	1200
Vitamin B_2 (µg)	150–200	1400
Nikotinamid/Niacin (mg)	4–6,8	17
Vitamin B_6 (µg)	150–00	1000
Pantothensäure (mg)	2,5	5
Biotin (µg)	5–8	20
Folsäure (µg)	56	140
Vitamin B_{12} (µg)	0,3	1

Tab. 190.12 Empfohlene mittlere Zufuhr an Spurenelementen.

empfohlene Zufuhr pro kg/d	0–3 Monate	3–12 Monate	1–18 Jahre	Maximum
Zink (µg)	250	100	50	5mg/d
Kupfer (µg)	20	20	20	0,5mg/d
Selen (µg)	2–3	2–3	2–3	100µg/d
Chrom (µg)	-	-	-	5µg/d
Mangan (µg)	≤1	≤1	≤1	50µg/d
Molybdän (µg)	0,25	0,25	0,25	5µg/d
Jod (µg)	1	1	1	-
Eisen (µg)	50–100	50–100	50–100	5mg/d

Tab. 190.13 Mögliche Laborkontrollen und Kontrolluntersuchungen.

Kurzzeit-PE (wöchentlich)	Langzeit-PE (alle 1–3-12 Monate)	Heim-PE (jährlich bzw. alle 2 Jahre)
Anthropometrie	Anthropometrie	Anthropometrie
Serumelektrolyte (Na/K/Cl/Ca/P/Mg)	Ferritin bzw. Eisenstatus	Körperfettgehalt
Blutgasanalyse	Hämoglobin	Knochendichte und ggf. -struktur
alkalische Phosphatase	Zinkstatus	Sonografie des Abdomens bzw. der Leber

BUN = blood urea nitrogen, PE = parenterale Ernährung

Kurzzeit-PE (wöchentlich)	Langzeit-PE (alle 1–3-12 Monate)	Heim-PE (jährlich bzw. alle 2 Jahre)
Gesamteiweiß (Serum), Albumin und BUN	Kupfer und Coeruloplasmin	Vitamin-D-Status
Serumtrigylzeride und konj. Bilirubin	Jod	möglicherweise Lungenperfusionsscan zur Dokumentation von Mikroemboli
Glukose	Selen	möglicherweise Röntgen-Thorax zur Dokumentation der Katheterlage
Harnelektrolyte, Ca, P	Mangan	
	Ca-/P-/Vitamin-D-Status	

BUN = blood urea nitrogen, PE = parenterale Ernährung

Zugangswege

- Parenterale Ernährung soll bei Früh- und Neugeborenen wenn möglich über peripher angelegte zentrale Venenkatheter („peripheral inserted central catheter", PICC) oder getunnelte zentralvenöse Katheter (ZVK) verabreicht werden.
- Alternativ sind in den ersten Lebenstagen Nabelvenenkatheter und später gestochene Subklaviakatheter geeignet. Die nicht invasive Ultraschall-gezielte Anlage und Lagekontrolle ist auch bei kleinen Frühgeborenen mittlerweile Standard, benötigt aber Übung und Erfahrung.
- Für die langzeitige parenterale Ernährung und die heimparenterale Ernährung werden getunnelte ZVKs empfohlen.
- Am ZVK sollen so wenige Konnektionsstellen/Schenkel wie möglich verwendet werden. Ein Schenkel soll exklusiv für parenterale Ernährung reserviert werden, um häufige Diskonnektion zu vermeiden.
- Blutabnahmen können bei kurzzeitiger parenteraler Ernährung unter sterilen Bedingungen über den ZVK erfolgen. Bei langzeitiger parenteraler Ernährung sind Blutabnahmen aus dem ZVK aufgrund des erhöhten Infektionsrisikos kontraindiziert.
- Ultraschalluntersuchungen zur Lagekontrolle können bei der Anlage eines ZVKs hilfreich sein.
- Eine prophylaktische Antibiotikagabe wegen eines ZVKs ist nicht indiziert.
- Antibiotikabeschichtete Katheter werden nicht empfohlen.
- Routinemäßige prophylaktische Katheterwechsel sind nicht indiziert.
- Katheterkonnektionsstellen sollten vor Benutzung mit einer Lösung mit 2% Chlorhexidin in 70% Isopropylalkohol desinfiziert werden.
- Zur Abdeckung der Katheterinsertionsstelle sollen sterile Gazepflaster oder transparente semipermeable Polyurethanpflaster verwendet werden. Gazepflaster sollen in der Regel alle 2 Tage, transparente Pflaster alle 7 Tage gewechselt werden.
- Heparinhaltige Infusionen zum Offenhalten von Kathetern werden nicht empfohlen.
- Ethanol- und Taurolidinlocks sind zur Prävention von Katheterinfektionen wirksam und werden zur Anwendung bei langzeitiger parenteraler Ernährung empfohlen [1], [6], [11].

Mögliche Komplikationen

Komplikationen während der Durchführung

- lokale Reizungen, Paravasate
- Katheterdislokation
- erhöhtes Infektionsrisiko

Komplikationen nach der Durchführung

- IFALD („intestinal failure associated liver disease")

Literatur

Quellenangaben

- [1] Bischoff SC, Singer P, Koller M et al. Standard operating procedures for ESPEN guidelines and consensus papers. Clin Nutr 2015; 34: 1043–1051
- [2] Bronsky J, Campoy C, Braegger C, et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Vitamins. Clin Nutr 2018; 37: 2366–2378
- [3] Domellöf M, Szitanyi P, Simchowitz V, et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR guidelines on pediatric parenteral nutrition: Iron and trace minerals. Clin Nutr 2018; 37: 2354–2359
- [4] Jochum F, Moltu SJ, Senterre T et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR guidelines on pediatric parenteral nutrition: Fluid and electrolytes. Clin Nutr 2018; 37: 2344–2353
- [5] Joosten K, Embleton N, Yan W et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR guidelines on pediatric parenteral nutrition: Energy. Clin Nutr 2018; 37: 2309–2314
- [6] Kolaček S, Puntis JWL, Hojsak I et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR guidelines on pediatric parenteral nutrition: Venous access. Clin Nutr 2018; 37: 2379–2391
- [7] Lapillonne A, Fidler Mis N, Goulet O et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Lipids. Clin Nutr 2018; 37: 2324–2336
- [8] Mesotten D, Joosten K, van Kempen A et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR guidelines on pediatric parenteral nutrition: Carbohydrates. Clin Nutr 2018; 37: 2337–2343
- [9] Mihatsch WA, Braegger C, Bronsky J et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition. Clin Nutr 2018; 37: 2303–2305
- [10] Mihatsch W, Fewtrell M, Goulet O et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Calcium, phosphorus and magnesium. Clin Nutr 2018; 37: 2360–2365
- [11] Puntis J, Hojsak I, Ksiazyk J et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Organisational aspects. Clin Nutr 2018; 37: 2392–2400
- [12] Riskin A, Picaud JC, Shamir R, et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR guidelines on pediatric parenteral nutrition: Standard versus individualized parenteral nutrition. Clin Nutr 2018; 37: 23409–2417
- [13] van Goudoever JB, Carnielli V, Darmaun D et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR guidelines on pediatric parenteral nutrition: Amino acids. Clin Nutr 2018; 37: 2315–2323

Adipositas

Daniel Weghuber, Julian Gomahr

Steckbrief

Adipositas, definiert durch einen BMI >97. Perzentile (BMI = Body Mass Index), ist eine chronische Erkrankung, die vor allem im zunehmenden Alter mit einer hohen Morbidität verbunden ist. Risikofaktoren sollten schon in der Schwangerschaft erkannt und frühzeitige Prävention schon im Kleinkindalter begonnen werden. Dies ist wichtig, um einer Progredienz ins Erwachsenenalter vorzubeugen, wo u.a. kardiovaskuläre, metabolische und endokrinologische Komplikationen zunehmen. Prävention sowie Therapie stützen sich auf eine multidisziplinäre und individuell angepasste Betreuung sowie Maßnahmen zur Bewegungssteigerung, Reduktion körperlicher Inaktivität und zu gesunden Ernährungsgewohnheiten.

Synonyme

- Fettsucht
- Fettleibigkeit
- Obesitas
- obesity
- adiposity

Keywords

- Adipositas
- Prävention

- Ernährung
- körperliche Aktivität

Definition

Die Definition erfolgt anhand des BMI (Body-Mass-Index = kg KG geteilt durch Körperlänge in m^2); Alterskurven der Körpermassenindizes KMI s. Abb. 191.1.

- Übergewicht: BMI-Perzentile >90–97
- Adipositas: BMI-Perzentile >97–99,5
- extreme Adipositas: BMI-Perzentile >99,5

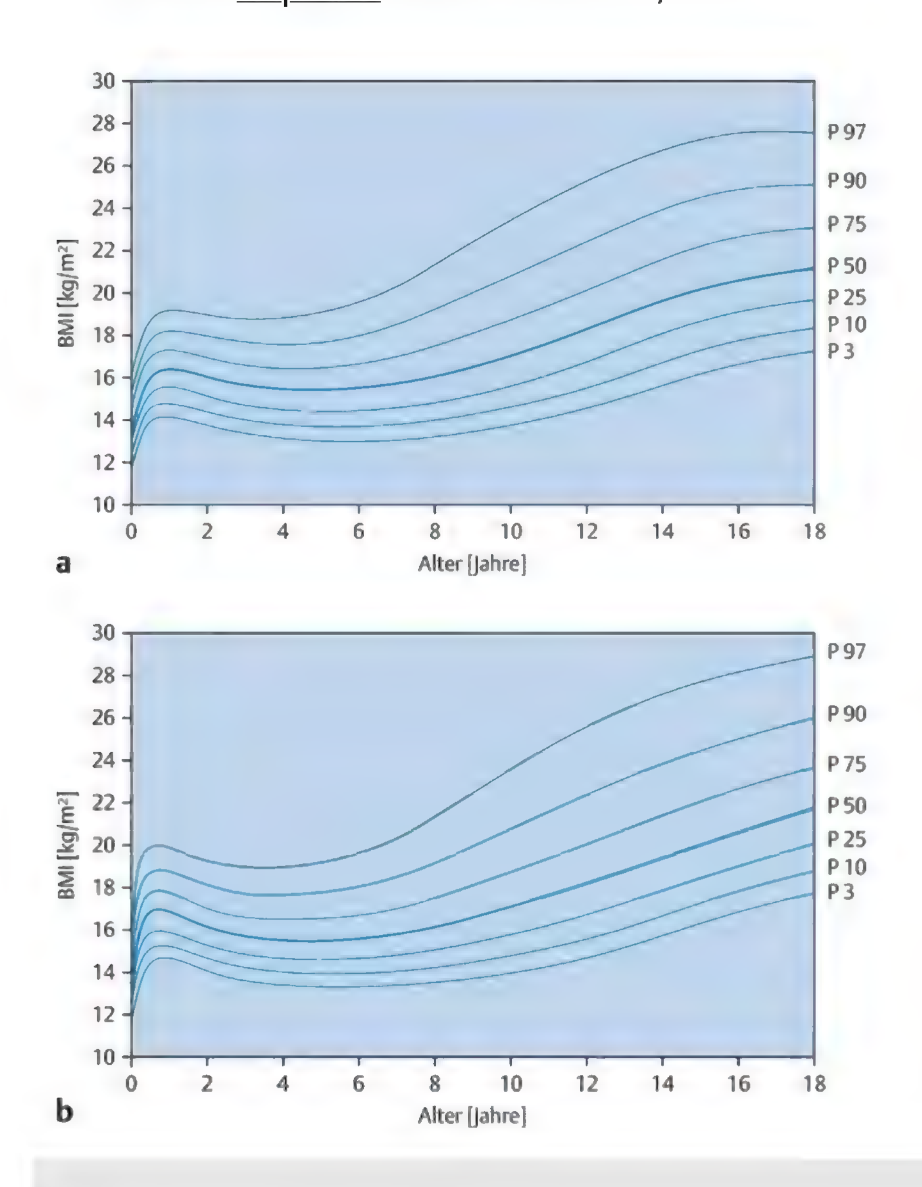


Abb. 191.1 BMI.

Perzentilen für den Body-Mass-Index von Mädchen und von Jungen im Alter von 0–18 Jahren in Deutschland.

a Mädchen.

b Jungen.

Epidemiologie

Häufigkeit

- In Deutschland sind ca. 13–17% der Kinder und Jugendlichen übergewichtig und 5–7% adipös.
- In der Schweiz sind ca. 9–12% der Kinder übergewichtig und ca. 4–6% adipös.
- In Österreich sind ca. 16–19% der Kinder und Jugendlichen übergewichtig und ca. 6–9% adipös.
- steigende Tendenz:
  - Die weltweite Prävalenz stieg während der letzten Jahre mit in einigen Ländern pandemischem Ausmaß.
  - Während hiervon vor allem Schwellenländer betroffen sind, kommt es in Mittel- und Westeuropa zu einer Stabilisierung auf hohem Niveau.

Altersgipfel

- in der Kindheit mit dem Alter zunehmende Prävalenz

Geschlechtsverteilung

- Global haben Jungen eine höhere Prävalenz als Mädchen (ca. 7,8% zu 5,6%).
- In Europa sind mehr Mädchen (Prävalenz 5,3%) als Jungen von Adipositas betroffen.

Prädisponierende Faktoren

- hoher mütterlicher und väterlicher BMI
- in der Schwangerschaft: Gestationsdiabetes, mütterliche Malnutrition, Nikotin- oder Alkoholkonsum, Antibiotikabehandlung, schnelle fetale Gewichtszunahme
- Kaiserschnittgeburt, sehr hohes oder sehr niedriges Geburtsgewicht
- Gewichtszunahme im ersten Lebensjahr, hoher Protein- oder Zuckergehalt in der Nahrung, Schlafdauer, wenig Bewegung, viel Zeit vor Fernseher oder Computer
- Ethnizität, sozioökonomischer Status, Wohnort

Ätiologie und Pathogenese

- vorwiegend ernährungsbedingte multifaktorielle Pathogenese mit 3 Hauptkomponenten:
  - **über den Bedarf hinausgehende Kalorienzufuhr**:
    - insbesondere durch fett- und zuckerreiche Ernährung, bedingt durch falsche Essgewohnheiten in der Familie, falsch verstandene Fürsorge (Überprotektion), Kompensation psychischer Belastungsfaktoren, wie Stress, Frust u.a., durch falsche Ernährung, soziokulturelle Konditionierung
    - Zusammenhang mit elterlicher Adipositas
  - **genetische Prädisposition**: genetische Einflüsse auf Lipolyse, Fettsäureoxydation, Appetitregulation, Thermogenese, Insulinsensibilität, Leptinspiegel
  - **Bewegungsmangel**: Hauptbeschäftigung Sitzen, Zeit vor Fernseher, Computer, Handy, kein Sport
- seltene organische Ursachen:
  - hormonelle Erkrankungen und Tumoren, z.B. Hypothyreose, Morbus Cushing, Wachstumshormonmangel, primärer Hyperinsulinismus, hypothalamische Dysfunktion oder Tumor
  - genetische Syndrome, die mit Adipositas im Kindesalter assoziiert sind, z.B. Prader-Willi-Syndrom, Down-Syndrom, Klinefelter-Syndrom, Laurence-Moon-Bardet-Biedl-Syndrom, Turner-Syndrom, Fröhlich-Syndrom (hypogonadotroper Hypogonadismus bei Hypothalamusläsion)
  - monogene Adipositas: v.a. Mutationen im Leptin-Melanocortin-Signalweg; wahrscheinlich bei:
    - frühkindlichem Beginn (<3 Jahren)
    - Hyperphagie (klinisch)
    - Familienanamnese (keine Adipositas)
    - BMI >2 SD (Standardabweichung, engl.: standard deviation) vom altersentsprechenden Median
  - medikamenteninduzierte Gewichtszunahme: z.B. Steroide, Antihistaminika, Neuroleptika, Insulin, Antipyschotika

Symptomatik

- Symptome und körperlicher Untersuchungsbefund:
  - übermäßiger Fettansatz (abdominelle oder gynoide Form)
  - meist überdurchschnittliche Größe (Adiposogigantismus)
  - Blutdruck häufig erhöht
  - Gynäkomastie und Hypogenitalismus durch Fettpolster vorgetäuscht
  - Intertrigo, Acanthosis nigricans, Striae distensae

    - geringe körperliche Spontanaktivität
    - geistig normal begabt
- mögliche Folgen:
    - Dyslipidämie (Hypercholesterinämie, Hypertriglyzeridämie, erniedrigtes HDL-Cholesterin), arterielle Hypertonie, Diabetes mellitus Typ 2 (metabolisches Syndrom) mit subklinischer Inflammation
    - Fettlebererkrankung
    - polyzystisches Ovarsyndrom bei Mädchen
    - Gelenkserkrankungen
    - Verhaltensauffälligkeiten, psychische Störungen (Selbstwertverlust, Angst, präklinische und klinische Essstörungen wie Bulimie, suchtartiges Essverhalten u.a., übermäßiger Medienkonsum mit sozialem Rückzug)
    - Atemwegs- und Lungenerkrankungen (v.a. Asthma bronchiale, obstruktive Schlafapnoesyndrom)
    - Thromboseneigung
    - Hauterkrankungen (v.a. intertriginöse Dermatitis, Pilzinfektionen)
    - erhöhtes Operationsrisiko

Diagnostik

Diagnostisches Vorgehen

- Flussdiagramm zur diagnostischen Vorgehensweise bei Adipositas bei Kindern unter www.a-g-a.de (Homepage der Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindesalter)

Anamnese

- Anthropometrie mit Verlauf seit der Geburt, familiäre Anthropometrie
- Ernährung
- Sport und Bewegungsverhalten
- Hobbies
- Schule
- Vor- und Begleiterkrankungen
- Medienkonsum
- Sozialanamnese
- Familienanamnese (v.a. kardiovaskulär, metabolisch)

Körperliche Untersuchung

- Anamnese und körperliche Untersuchung einschließlich Erhebung anthropometrischer Maße (Größe, Gewicht, BMI), Blutdruck, orthopädischer Status (Fußstellung, Achsenstellung der unteren Extremitäten), Hautbild
- Kleinwuchs: organische Genese besonders bedenken
- weitere gezielte Untersuchungen je nach Symptomen

Labor

- Lipidstatus (Risikofaktoren: Cholesterin ↑, Triglyzeride ↑, LDL (Low Density Lipoprotein) und VLDL (Very Low Density Lipoprotein) ↑, HDL (High Density Lipoprotein) ↓)
- Glukosebelastungstest
- Harnsäure
- Leberwerte
- TSH (Thyrotropin)
- evtl. Leptin

Bildgebende Diagnostik

Sonografie

- Sonografie der Leber (Steatose, Hepatomegalie?)

Echokardiografie

- bei arterieller Hypertonie

Röntgen

- Knochenalter (häufig beschleunigt)
- Beinachsen (v.a. Genu valgum seltener varum)

Sonstige

- Elastizitätsmessung der Leber

Differenzialdiagnosen

- s. Kap. Ätiologie und Pathogenese

Therapie

Therapeutisches Vorgehen

Allgemeine Hinweise

- Adipositas ist eine chronische Erkrankung (WHO-Definition).
- frühzeitige Therapie (BMI-Reduktion vor dem Schuleintritt erheblich besser möglich als bei Jugendlichen)
- primär individuelle Maßnahmen zur Motivation zur Gewichtsreduktion
  - positives Feedback bei Erfolg
  - nur kontinuierliche, regelmäßige und langfristige Betreuung hat Erfolg
  - möglichst Integration des familiären und sozialen Umfelds ins therapeutische Konzept anstreben
- langfristige Ernährungsumstellung anstreben
  - keine Blitz- oder gar Nulldiäten („Jo-Jo-Effekt“ bei kurzfristigen Gewaltkuren)
  - angestrebte Gewichtsreduktion ca. 0,5kg/Woche
- multidisziplinäre Betreuung durch Arzt, Ernährungsberater/Diätologe, Psychologe und Bewegungstherapeut und andere medizinische Therapeuten
- Stufenkonzept von Primärversorgung (Betreuung wohnortnahe) zu ambulantem und stationärem Setting (Rehabilitation)

Ernährungszusammensetzung

- ausgewogen, vielseitig, fett- und zuckerreduziert: Kalorienreduktion auf ca. 1200–1800kcal im Schulalter (ca. 25% Fett, ca. 55% komplexe Kohlenhydrate, ca. 20% Eiweiß)
- Einbindung der Eltern und Änderung der Esskultur in der Familie
- „5 am Tag“: 5 Portionen Obst und Gemüse decken den täglichen Bedarf an Vitaminen und Ballaststoffen.
  - Eine Portion entspricht ca. 125g Obst/Gemüse oder, für Kinder viel anschaulicher und ihrem Alter angemessen, eine Hand voll.
  - Eine Portion kann auch durch ein Glas (200ml) (Gemüse-)Saft ohne Zuckerzusatz ersetzt werden.
- Getränke ohne oder mit wenig Zucker: Mineralwasser, fettarme Milch, stark verdünnte Saftschorle
- Süßigkeiten nicht komplett verbieten, Menge mit dem Kind gemeinsam festlegen (z.B. „Essplan für die Schokoladenration der laufenden Woche“)

Verhaltensmaßnahmen

- täglich Bewegung:
  - Reduktion körperlicher Inaktivität (Medienkonsum!)
  - Sport: jede Form moderater bis starker körperlicher Aktivität
    - günstig: spielerische Aktivitäten, Schwimmen, Radfahren, Skilanglauf, Rudern
    - eher ungünstig: Joggen, Squash, Fußball, Gewichtheben
    - kein Kraftsport
    - Wunsch des Kindes bei Wahl der Sportart berücksichtigen (Spaß an der Bewegung ist wichtig!)
  - täglicher Kalorienverbrauch durch Treppensteigen und Fußweg zur Schule
- regelmäßige Nahrungszufuhr: 3 Hauptmahlzeiten, in Abhängigkeit vom Alter max. 2 Zwischenmahlzeiten (bei älteren Kindern und Jugendlichen vermeiden)
- feste gemeinsame Essenszeiten zu Hause, kein Essen nebenbei (bei den Hausaufgaben, vor dem Fernsehgerät, im Kino, unterwegs)
- Reduktion von Fernseh- und Computerkonsum (evtl. Wochenplan erstellen)
- Monitoring: Selbstkontrolle mithilfe von Protokollen und Plänen, psychotherapeutische Begleitung
- psychosoziale Ziele ggf. vorrangig gegenüber BMI-Reduktion (soziale Teilhabe!)
- weitere Details und Trainingsprogramme unter www.aga.adipositas-gesellschaft.de

Pharmakotherapie

- bei Adipositas ab 12 Jahren: Liraglutid (GLP-1-Rezeptoragonist; GLP-1 = Glucagon-like Peptide-1) als Ergänzung zur multimodalen Therapie

Verlauf und Prognose

- Die Prognose ist ungünstig; präpubertäres Übergewicht wird in 30–50% der Fälle postpubertäres Übergewicht und bleibt in 80% der Fälle bis zum Erwachsenenalter.
- Im Durchschnitt sind 50–70% der adipösen Erwachsenen schon als Kinder adipös.
- Die frühzeitige Prävention ist daher extrem wichtig, z.B. im Schulunterricht!

Prävention

- Größte Erfolge können in der frühen Kindheit bzw. Vorschulalter erzielt werden.
- Gesunde Ernährung und Bewegung sind die Grundpfeiler der Prävention als Teil einer multimodalen und ans Alter angepassten Therapie mit individuellen, familiären und gesellschaftlichen Ansätzen (Verhältnisprävention).
- Schon in der Schwangerschaft sollten Risikofaktoren früh erkannt und ausgewogene Ernährung und Bewegung gefördert werden.
- Im Vorschulalter sollte das familiäre Umfeld positiv beeinflusst und sitzende Tätigkeiten minimiert werden.

Malnutrition

Daniel Weghuber, Anna-Maria Schneider

Steckbrief

Weltweit gibt es etwa 45 Millionen Kinder unter 5 Jahren mit zu niedrigem Gewicht für die Körpergröße, vor allem in Ländern mit niedrigem/mittleren Einkommen [1] [6]. In Deutschland liegt die Prävalenz bei etwa 0,3–0,5%. Die Ursachen für diese qualitative oder quantitative Fehlernährung sind vielfältig. Primäre Mängel können etwa durch zu niedrige Kalorienzufuhr bei Armut oder alternative Ernährungsformen entstehen, sekundäre aufgrund von chronischen Krankheiten oder Malabsorptionssyndromen. Auch psychogene und psychiatrische Krankheiten spielen eine Rolle. Der „double burden of malnutition“ zeigt auf, dass es auch bei Adipositas zu

einer Fehlernährung kommen kann. Eine exakte Erhebung der Anthropometrie und Anamnese ist für die Abklärung essenziell, die Therapie richtig sich nach der Ätiopathogenese.

Synonyme

- Mangelernährung
- Unterernährung/Fehlernährung

Keywords

- Gedeihstörung
- Entwicklung
- Kalorienzufuhr
- Kalorienverbrauch
- Dystrophie

Definition

Malnutrition ist eine qualitative oder quantitative Fehlernährung, z.B. mangelhafte Energiezufuhr, die zu Gedeihstörung mit Untergewicht führt. Die Folgen davon können Untergewicht (niedriges Gewicht für Alter), Wasting (niedriges Gewicht für Größe, meist akuter Mangelzustand), Stunting (geringe Größe für Alter, meist chronischer Mangelzustand), aber auch Übergewicht und Adipositas sein.

Epidemiologie

Häufigkeit

- Weltweit gibt es etwa 45 Millionen Kinder unter 5 Jahren mit zu niedrigem Gewicht für die Körpergröße, vor allem in Ländern mit niedrigem/mittleren Einkommen [1] [6].
- In Deutschland liegt die Prävalenz bei etwa 0,3–0,5%.
- Bei hospitalisierten Patienten beträgt die Prävalenz 5–50% [4].

Altersgipfel

- Alle Altersgruppen im Kinder- und Jugendalter können betroffen sein.

Geschlechtsverteilung

- In Ländern mit niedrigem/mittleren Einkommen sind Jungen häufiger von akuter Malnutrition betroffen (Odds Ratio 1,24) [2] [5]

Prädisponierende Faktoren

- chronische oder akute Erkrankungen (v.a. neurologische, infektiöse, kardiovaskuläre, neoplastische, gastrointestinale oder mehrere Diagnosen)
- niedriger sozioökonomischer Status
- niedriges Geburtsgewicht [3]

Ätiologie und Pathogenese

- primärer Mangel durch Mangel- oder Fehlernährung:
  - Armut: In armen Ländern besteht vorwiegend eine Protein-Energie-Malnutrition und ein Mangel an Mikronährstoffen (z.B. Jod, Eisen, Vitamin A).
  - falsche Einschätzung, Unsicherheit und Unerfahrenheit der Eltern
  - alternative Ernährungsformen
- sekundärer Mangel aufgrund von Krankheiten:
  - Maldigestions- und Malabsorptionssyndrome: Zöliakie, Mukoviszidose, Kuhmilchallergie, Proteinverlust-Enteropathien, chronische Diarrhö u.a.
  - chronische Krankheiten: Herzinsuffizienz, chronische Niereninsuffizienz, Leberinsuffizienz, Morbus Crohn, Colitis ulcerosa, Kurzdarmsyndrom, Stoffwechselstörungen, Zerebralparese, verschiedene rezidivierende

    Infektionskrankheiten, AIDS (Acquired Immune Deficiency Syndrome), zystische Fibrose, Immundefekte, Hyperthyreose
  - psychogene Ursachen: frühe Mutter-Kind-Interaktionsstörung, Vernachlässigung und Kindesmisshandlung
  - psychiatrische Erkrankungen wie z.B. Anorexia nervosa oder Bulimie

Klassifikation und Risikostratifizierung

- Unterernährung: Energiespeicher des Körpers verbraucht
- Fehlernährung: Mangel eines bestimmten Nährstoffs
- Dystrophie: Gewichtsabnahme unter die doppelte Standardabweichung (3. Perzentile) der altersentsprechenden Gewichtskurve
- Wasting: Verlust von Körpersubstanz aufgrund einer unzureichenden Nährstoffzufuhr oder einer schweren Erkrankung, z.B. AIDS oder bei Patienten auf Intensivstationen
- Marasmus: generalisierter Hungerzustand mit Verlust von Körperprotein und Körperfett
- Kwashiorkor: Mangel an Proteinen in der Nahrung
- „double burden of malnutrition": Koexistenz von Überernährung (Übergewicht und Adipositas) neben Unterernährung (Dystrophie und Wasting) mit konsekutivem Mangel an einem oder mehreren Vitaminen und Mineralstoffen

Symptomatik

- Symptome und körperlicher Untersuchungsbefund:
  - anfänglich Gewicht erheblich unter dem individuellen Sollgewicht, später auch Wachstumsretardierung
  - Unterhautfettgewebe vermindert, Haut dünn, künstliche Hautfalten verstreichen (im Gegensatz zu Dehydration), Tabaksbeutelfalten am Gesäß, „Greisengesicht", verminderte Muskelmasse
  - bei Eiweißmangel auch Ödeme, Hepatomegalie
  - Symptome der etwaigen Grundkrankheit
  - bei psychischen Ursachen heftiger Widerstand gegen jedes Nahrungsangebot und Interaktionsstörungen
- Komplikationen:
  - Hyperkeratose
  - Pigmentverschiebungen
  - Vitamin- und Spurenelementmangelerscheinungen (z.B. Anämie, Osteoporose, Blutungsneigung)
  - schwere Infektionen (durch T-Zell-Mangel)
  - psychomotorische Retardierung im frühen Säuglingsalter
  - Apathie
  - Elektrolytstörungen
  - Refeeding-Syndrom

Diagnostik

Diagnostisches Vorgehen

- Anamnese
- körperliche Untersuchung
- Labor
- ggf. weiterführende Diagnostik:
  - Plasmaaminogramm, organische Säuren im Harn
  - Untersuchung auf Tbc (Tuberkulose), HIV-Serologie (HIV = humanes Immundefizienz-

Virus)

    - Abdomensonografie, Schädelsonografie, sofern noch möglich, eventuell MRI-Schädel (MRI = Magnetresonanztomografie, magnetic resonance imaging), Funduskopie
    - gastrointestinale Endoskopie, pH-Metrie, Magen-Darm-Passage
    - Allergiediagnostik
    - radiologische Bestimmung des Skelettalters und der Knochendichte
    - Screening, z.B. PYMS (Paediatric Yorkhill Malnutrition Score)

Anamnese

- Familienanamnese und Geschwister
- Schwangerschaft (Nikotin? Alkohol?) und Geburtsanamnese
- Meilensteine der Entwicklung/Verhaltensauffälligkeiten
- vegetative Symptomatik: Erbrechen, Spucken, Stuhlfrequenz und Konsistenz, Bauchschmerzen
- Essverhalten und -gewohnheiten
- Beobachtung des kindlichen Essverhaltens (Reaktion, Interaktion)
- Ernährungsprotokoll (idealerweise über 7 Tage, mindestens aber über 3 Tage) und Berechnung der Kalorienzufuhr

Körperliche Untersuchung

- anthropometrische Maße (inkl. Kopfumfang)
- gesamte Untersuchung mit Augenmerk auf:
    - Haut- und Schleimhautsymptome (Hautblässe, trockene rissige Haut, spärlicher Haarwuchs, schlecht entwickelte Muskulatur, fehlendes Unterhautfettgewebe, Tabakbeutelgesäß, prominentes Abdomen bei Malabsorption)
    - Hepatosplenomegalie, abdominelle Resistenzen, Darmperistaltik
    - Dysmorphiestigmata
    - Rachitiszeichen
- fallweise Hautfaltendicke und Armumfang messen

Labor

- Blutbild (häufig Anämie, Eisenmangel)
- Serum: Gesamteiweiß, Albumin, Präalbumin, Cholinesterase, Eisen, Ferritin, Transferrin, Quick-Wert (fallweise erniedrigt), Vitamin B_{12}, Folsäure, IgA quantitativ, Transtissue-Glutaminase AK und endomysiale AK, Cholesterin, Triglyzeride, Vitamin D, TSH (Thyrotropin), fT3 (freies T3) und fT4, Harnstoff, Kreatinin, Ca, P, Mg, Na, Kalium, Blutsenkungsgeschwindigkeit
- Immunologie: Verminderung der Zahl und Funktion der T-Lymphozyten, der Komplementaktivität und Neutrophilenfunktionen; Hautallergie
- Stuhl: Ausnützung (v.a. Fett), Calprotectin, pankreasspezifische Elastase, pathogene Keime
- Urinstatus (insbesondere pH-Wert und spezifisches Gewicht beachten)

Differenzialdiagnosen

- s. Tab. 192.1

Tab. 192.1 Differenzialdiagnosen von Malnutrition.

Differenzialdiagnose	Bemerkungen
Maldigestions- und Malabsorptionssyndrome	Zöliakie, Mukoviszidose, Kuhmilchallergie, Proteinverlust-Enteropathien, chronische Diarrhö u.a.
Herzinsuffizienz	
chronische Niereninsuffizienz	

Differenzialdiagnose	Bemerkungen
Leberinsuffizienz	
Morbus Crohn, Colitis ulcerosa	
Kurzdarmsyndrom	
Stoffwechselstörungen	
verschiedene rezidivierende Infektionskrankheiten	
Zerebralparese	
HIV	
Immundefekte	
Hyperthyreose	
psychogene Ursachen	frühe Mutter-Kind-Interaktionsstörung, Vernachlässigung und Kindesmisshandlung
psychiatrische Diagnosen	Anorexia nervosa oder Bulimie

Therapie

Therapeutisches Vorgehen

- Klärung, ob verminderte Zufuhr, erhöhter Bedarf oder verminderte Aufnahme im Verdauungstrakt Ursache ist
- erster Schritt: Überprüfung der Resorptionskapazität (= Ansprechen auf erhöhte Nährstoffzufuhr) in Absprache mit der Diätologie, Reevalution nach 4–6 Wochen
- zusätzliche Nährstoffzufuhr durch kalorische Anreicherung der Nahrung, ggf. Supplementierung mit isokalorischer oder hochkalorischer Trinknahrung
- Sondenernährung ggf. kontinuierlich oder nachts
- bei schweren Symptomen parenterale Ernährung
- Cave: Refeeding-Syndrom

Pharmakotherapie

- Behandlung der Grunderkrankung
- Bei Erkrankungen mit exokriner Pankreasinsuffizienz (z.B. bei zystischer Fibrose) ist die Substitution mit Pankreasenzymen erforderlich.
- Für einige Erkrankungen (bakterielle, virale, parasitäre Infektionen, Zöliakie, Kuhmilchproteinallergie, Kohlenhydratmalabsorption) ist eine kausale Therapie (antimikrobiell, diätetisch) möglich.
- eventuell einzelne besonders betroffene Nahrungsbestandteile, wie Vitamine, Eisen, Zink oder Spurenelemente, zusätzlich substituieren

Interventionelle Therapie

- bei ausgeprägter Unterernährung (nasogastrale Sonde, perkutan endoskopische Gastrostomie)

Operative Therapie

- nur bei bestimmten Grunderkrankungen (z.B. Gaumenspalte, angeborene Fehlbildungen des Herzens, des Urogenitalsystems und des Verdauungstrakts, chronische Leberinsuffizienz, Darmstenosen)
- Liegt der Gedeihstörung eine psychosoziale Ursache zugrunde, so ist eine umfassende Betreuung durch Kinderpsychologen und Sozialpädagogen unter Mitbehandlung der Eltern bzw. Familie notwendig:
    - therapeutisches Familiengespräch
    - Vermeiden zwanghafter Manipulationen
    - Ablenken und Entspannung der Mutter bei Trink- und Essversuchen

Verlauf und Prognose

- In Entwicklungsländern sterben bis zu 60% der Kinder an den Folgen der primären Malnutrition (weltweit eine der 5 häufigsten Todesursachen).
- Einzelprognose je nach Grundkrankheit

Prävention

- Sicherstellen ausgewogener und ausreichender Ernährung
- Armutsbekämpfung

Literatur

Quellenangaben

- [1] Dipasquale V, Cucinotta U, Romano C. Acute Malnutrition in Children: Pathophysiology, Clinical Effects and Treatment. Nutrients 2020; 12: 2413
- [2] Fagbamigbe AF, Kandala NB, Uthman OA. Severe acute malnutrition among under-5 children in low- and middle-income countries: A hierarchical analysis of associated risk factors. Nutrition 2020; 75–76: 110768
- [3] Pawellek I, Dokoupil K, Koletzko B. Prevalence of malnutrition in paediatric hospital patients. Clin Nutr, 2008; 27: 72–76
- [4] Robert Koch Institut. Health Reporting. Im Internet: www.rki.de/EN/Content/Health_Monitoring/Health_Reporting/fed_health_reporting_node.html; Stand: 10.01.2023
- [5] Thurstans S, Opondo C, Seal A et al. Boys are more likely to be undernourished than girls: A systematic review and meta-analysis of sex differences in undernutrition. BMJ Global Health 2020; 5: e004030
- [6] Unicef. UNICEF Data: Monitoring the situation of children and women. Im Internet; https://data.unicef.org/; Stand: 10.01.2023

Literatur zur weiteren Vertiefung

- [1] Koletzko B, Koletzko S. Gedeihstörung und Untergewicht. Monatsschr Kinderheilkd 2008; 156: 803–818
- [2] Motil KJ, Duryea TK. UpToDate: Poor weight gain in children younger than two years in resource-abundant countries: Etiology and evaluation (Dezember 2022). Im Internet: www.uptodate.com/contents/poor-weight-gain-in-children-younger-than-two-years-in-resource-abundant-countries-etiology-and-evaluation?topicRef=2874&source=see_link; Stand: 10.01.2023

Hypovitaminosen

Melanie Gsöllpointner, Nadja Haiden

Steckbrief

Hypovitaminosen sind Krankheiten oder Beschwerden, die durch einen Vitaminmangel verursacht werden. Durch großflächige Bekämpfungsstrategien (z.B. Lebensmittelanreicherung, prophylaktische Gaben) konnte die Prävalenz einzelner Vitaminmangelerkrankungen in den letzten Jahrzehnten reduziert werden, dennoch sind Vitaminmängel je nach Land, Ernährungsweise und Altersgruppe weit verbreitet.

Synonyme

- Vitaminmangel
- Vitaminmangelerkrankung

Keywords

- Vitamine
- Mangelernährung

- Supplemente
- Unterversorgung

Definition

Hypovitaminosen sind Krankheiten oder Beschwerden, die durch einen Vitaminmangel verursacht werden.

Beriberi ist eine Erkrankung, die durch einen schweren Mangel an Vitamin B_1 (Thiamin) verursacht wird und zu neurologischen Störungen und Störungen im Kohlenhydratstoffwechsel führt.

Pellagra ist eine durch Mangel an Niacin oder seiner Vorstufe (Tryptophan) verursachte Krankheit, die auch 3D-Krankheit genannt wird (Symptome: Dermatitis, Diarrhö, Demenz).

Epidemiologie

Häufigkeit

- s. Tab. 193.1

Tab. 193.1 Überblick zur Prävalenz von Hypovitaminosen.

Mangel	Prävalenz
Vitamin A	- weltweit von großer Bedeutung – ungefähr 30% der unter 5-Jährigen in Entwicklungsländern betroffen - in Industrienationen nur sehr selten, kann aber aufgrund von Krankheiten oder einseitiger, hauptsächlich pflanzenbasierter Ernährung auftreten
Vitamin B_1 (Thiamin)	- kommt hauptsächlich in Entwicklungsländern bei gestillten Säuglingen unter einem Jahr vor - ausschlaggebend ist der maternale Thiaminstatus, welcher mit dem Thiamingehalt der Muttermilch zusammenhängt
Vitamin B_2 (Riboflavin)	- in Industrieländern sehr selten
Vitamin B_3 (Niacin)	- in Industrieländern nur sehr selten
Vitamin B_6 (Pyridoxin)	- Zufuhrempfehlungen werden bei weiblichen Personen in keiner Altersgruppe erreicht, dementsprechend wird auch von Versorgungslücken während der Schwangerschaft und der Stillzeit ausgegangen. - isolierter Vitamin-B_6-Mangel aber nur sehr selten
Folsäure	- Prävalenz weltweit sehr unterschiedlich; tatsächliche Versorgungslage in großen Teilen der Bevölkerung eher gering - Neuralrohrdefekte in Europa: 9/10000 Geburten
Vitamin B_{12}	- vor allem Veganer:innen betroffen – auch gestillte Säuglinge deren Mütter bereits lange streng vegan leben - in Europa liegt die Prävalenz je nach Art der Ernährung (omnivor-vegan) zwischen 4–10% - 21–45% der Kinder in Entwicklungsländern betroffen
Vitamin C	- Prävalenz ca. 1,6% bei Kindern in Industrieländern - im globalen Süden Prävalenz höher
Vitamin D	- weltweit sehr häufig - im zentraleuropäischen Raum ca. 10% der Kinder - noch höhere Prävalenz für Länder des mittleren Ostens angenommen
Vitamin E	- häufig in Entwicklungsländern - in Industrienationen meist nur Personen mit Absorptionsstörungen betroffen
Vitamin K	- am häufigsten im Säuglingsalter, ansonsten sehr selten - klassische Vitamin-K-Mangel-Blutung bei 0,25–1,7% der Säuglinge, die bei der Geburt kein prophylaktisches Vitamin K erhalten haben

Mangel	Prävalenz
	▸ in westeuropäischen Ländern beträgt die Vitamin-K-Mangel-Inzidenz bei Säuglingen etwa 5/105 Lebendgeburten

Altersgipfel

- Falls konkrete Altersangaben vorhanden sind, sind diese Tab. 193.1 zu entnehmen.

Geschlechtsverteilung

- Unterschiede in der Geschlechtsverteilung treten nicht auf.

Prädisponierende Faktoren

Prädisponierende Faktoren für das Auftreten einer Hypovitaminose stellen spezielle Ernährungsformen, Essstörungen, psychische Erkrankungen, Autismus, Medikamente und gastrointestinale Erkrankungen sowie Phasen mit erhöhtem Bedarf (Infektionserkrankungen, Wachstum etc.) dar.

Ätiologie und Pathogenese

Allgemein

- Malnutrition und/oder Maldigestion, z.B. durch einseitige Ernährung, Zöliakie, Mukoviszidose
- Störungen der Speicherung oder Umwandlung der Provitamine (Hypothyreose)
- chronische Darmerkrankungen, z.B. Morbus Crohn und konsumierenden Erkrankungen als Begleiterkrankung

Vitamin-A-Mangel

- Malabsorption
- Hepatopathie
- Malnutrition

Vitamin-B_1-Mangel (Thiaminmangel)

- Malabsorptionssyndrom, z.B. Zöliakie, Kurzdarmsyndrom, chronisch entzündliche Darmerkrankungen, Lamblieninfektion
- Maldigestion, z.B. Gallensäuremangel, exokrine Pankreasinsuffizienz, Lipasemangel
- Vitamin-B_1-Mangel der stillenden Mutter: erhöhter Bedarf in Schwangerschaft und Stillzeit

Vitamin-B_2-Mangel (Riboflavinmangel)

- Galleabflussstörung (Riboflavin ↓)
- Fototherapie bei Neugeborenen (Riboflavinzerfall)
- Phenothiazinderivate (Antagonist)
- Riboflavinmangel in der Schwangerschaft: Fehlbildungen (Herz, Skelett, Augen, Nieren)

Vitamin-B_3-Mangel (Niacinmangel)

- Resorptionsstörung bei chronischen Darmerkrankungen
- Tryptophanmalabsorption bei Hartnup-Krankheit

Vitamin-B_6-Mangel (Pyridoxinmangel)

- Zöliakie
- Morbus Crohn
- Colitis ulcerosa
- Tbc-Therapie mit Isoniazid (Tbc = Tuberkulose)
- D-Penicillamin-Therapie

Folsäuremangel

- Mangelernährung
- Malabsorption
- antiepileptische Therapie (Primidon, Phenobarbital, Phenytoin)
- Methotraxat-Therapie (bei rheumatischen, gastrointestinalen und hämatoonkologischen Erkrankungen)
- Meningomyelozele des Kindes bei Folsäuremangel in der frühen Schwangerschaft

Vitamin-B_{12}-Mangel (Cobalaminmangel)

- am ehesten im 6.–24. Lebensmonat bei vegetarisch/vegan ernährter, stillender Mutter und milchfreier Ernährung
- Malabsorption
- Wurminfektionen und „contaminated small bowel syndrom"
- Kurzdarmsyndrom
- angeborener Intrinsic-Faktor-Mangel oder Vitamin-B_{12}-Resorptionsdefekt
- „juvenile" perniziöse Anämie infolge Autoantikörper

Vitamin-C-Mangel

- Stillen bei unzureichender maternaler Vitamin-C-Zufuhr
- nur gekochte Speisen (Zerstörung des Vitamin C)
- vermehrter Bedarf bei Infektionskrankheiten, Durchfällen, Eisen- und Proteinmangel

Vitamin-D-Mangel

- verminderte Aufnahme und/oder Absorption mit der Nahrung
- verringerte Sonnenexposition
- verminderte körpereigene Synthese bei chronischen Lebererkrankungen (z.B. Zirrhose), Hyperparathyreoidismus, Nierenversagen
- erhöhter hepatischer Katabolismus (Phenobarbital, Carbamazepin, Dexamethason, Nifedipin, Spironolacton, Clotrimazol und Rifampin induzieren hepatische P450-Enzyme, die den Abbau von Vitamin D aktivieren.)

Vitamin-E-Mangel

- Frühgeburt
- Fettmalabsorption, z.B. Mukoviszidose
- Zöliakie

Vitamin-K-Mangel

- gestillte Neugeborene
- Malabsorptionssyndrom (z.B. Zöliakie)
- Lebererkrankungen

Symptomatik

Allgemein

- Wichtig ist das Erkennen des latenten Vitaminmangels.
- Erkennen von Hypovitaminosen:
  - erhöhte Infektneigung
  - Ermüdbarkeit
  - Konzentrationsschwäche
  - Interesselosigkeit
  - Entwicklungsrückstand (kann mögliche Folge eines raschen Wachstums in der Pubertät sein)

- bei Auftreten solcher Symptome im Zusammenhang mit Anamnese fallweise Folsäure, Vitamin B_{12}, Ca, P, alkalische Phosphatase und Quick-Test bestimmen
- häufig Kombination mit Eisenmangel.
- Ausgeprägte Mangelerscheinungen wie Skorbut (Vitamin-C-Mangel) und Rachitis (Vitamin-D-Mangel) sind selten, werden aber bei Patienten aus dem globalen Süden durchaus beobachtet.
- Extreme Ernährungsformen mit stark eingeschränkter Lebensmittelauswahl bergen ein hohes Risiko für Mangelzustände!

Vitamin-A-Mangel

- Augensymptomatik:
  - Hyperkeratosen der Konjunktiven und Hornhäute mit den Symptomen Xerophthalmie (trockenes Auge), Bitot-Flecken (weißliche schuppige Verdickungen in der Kornea), Keratomalazie mit Erblindung (in Industrienationen äußerst selten)
  - Nachtblindheit
  - Störung des Farbsehens
- Hyperkeratosen der Schleimhäute und Haut
- Gedeihstörungen, Störungen der Hämatopoese, Ossifikations- und Wachstumsstörung
- schwer verlaufende Infektionen (Masern, Bronchitis, Enteritis)

Vitamin-B_1-Mangel

- v.a. bei voll gestillten Säuglingen, deren Mütter Vitamin-B_1-Mangel haben
- Anorexie
- gastrointestinale Störungen
- Müdigkeit
- Aphonie
- kardiale Symptome: Tachykardie (EKG: kleines T), Zeichen der Herzinsuffizienz
- Fehlen der tiefen Sehnenreflexe, Irritabilität, Krämpfe, Koma, periphere Neuritis
- Laktatazidose parenteral ernährter Patienten
- Beriberi:
  - Mangelkrankheit mit Vollbild aller genannten Symptome
  - kommt in unseren Breiten kaum vor
  - Vorkommen v.a. in Asien bei Verwendung von geschältem oder poliertem Reis (Keimentfernung beim Schälen) als Hauptnahrungsmittel

Vitamin-B_2-Mangel

- Fotophobie
- Konjunktivitis
- Infiltration der Kornea
- Stomatitis und Atrophie der Zunge
- Mundwinkelrhagaden
- seborrhoische Dermatitis
- Hyperkeratosen
- Anämie

Vitamin-B_3-Mangel

- Pellagra mit Dermatitis, bevorzugt an lichtexponierten und mechanisch beanspruchten Stellen
- Pigmentierung

- gelegentlich Superinfektion
- Durchfälle mit Malabsorption
- Stomatitis
- Depressionen
- psychische Störungen mit Verwirrtheit
- Koma

Vitamin-B_6-Mangel

- erhöhte Empfindlichkeit gegen äußere Reize
- Hyperaktivität
- Krämpfe (bei Säuglingen)
- Cheilosis (Rhagadenbildung)
- Stomatitis
- Anämie
- Dermatitis
- Neuropathie

Folsäuremangel

- Symptome einer megaloblastären Anämie
- Schleimhautveränderungen im Mund
- Neuropathien
- Wachstumsstörungen

Vitamin-B_{12}-Mangel

- Symptome einer megaloblastären Anämie
- gelegentlich Hepatosplenomegalie
- Bauchschmerzen
- funikuläre Myelose (DD: reine megaloblastäre Anämie bei Folsäuremangel) mit Verlust des Vibrationsempfindens
- Hyperreflexie
- Spastik
- Depression
- Irritierbarkeit

Vitamin-C-Mangel

- Zahnfleischbluten, Petechien, Hämatome, follikuläre Hyperkeratose, verschlechterte Wundheilung, erhöhte Infektanfälligkeit, verminderte Reaktion auf Stress
- Mangelerkrankung: Skorbut (in unseren Breiten sehr selten):
    - Häufung zwischen 6.–24. Lebensmonat
    - Vasopathie mit erhöhter Blutungsneigung und Berührungsempfindlichkeit
    - Folgeerscheinungen: Hämatome, Petechien, Zahnfleisch- und Nasenbluten; Pseudoparalyse mit Stellung der Beine in Außenrotation durch gelenknahe, subperiostale Blutungen
    - gestörte enchondrale Ossifikation mit Ausbildung fibrösen, nicht belastbaren Gewebes an den Metaphysen (Röntgen: Trümmerfeldzone), Auftreibung der Knorpel-Knochen-Grenze an den Rippen, eingesunkenes Sternum

Vitamin-D-Mangel

- Mehrzahl der Patienten mit Vitamin-D-Mangel asymptomatisch
- Lethargie, Entwicklungsverzögerungen (insbesondere Grobmotorik),

Knochenveränderungen oder Frakturen (Rachitis), Schmerzen oder Krämpfe der Beine

Vitamin-E-Mangel

- Zeichen einer hämolytischen Anämie
- Ödeme
- neuromuskuläre Erkrankung mit Ataxie und Augenmotilitätsstörungen

Vitamin-K-Mangel

- Blutungsneigung

Diagnostik

Diagnostisches Vorgehen

- Abfrage der Ernährungsgewohnheiten
- laborchemische Diagnostik

Anamnese

- Abfrage der Ernährungsgewohnheiten des Kindes/Jugendlichen
- bei gestillten Säuglingen Abfrage der mütterlichen Ernährungsgewohnheiten

Körperliche Untersuchung

- Die jeweiligen Auffälligkeiten in der körperlichen Untersuchung sind dem jeweiligen Mangel zu entnehmen.

Labor

Vitamin-A-Mangel

- Normwerte s. Tab. 193.2
- Messung der Plasmaretinolkonzentration: deutliche Abnahme erst, wenn die Leberspeicher unter dem kritischen Punkt von 100μg/g Leber liegen
- Laut WHO (World Health Organization): Serumretinolkonzentration <10μg/dl → ausgeprägter Mangel; 10–20μg/dl → beginnender Mangel
- Bestimmung mittels „relative dose response test" (RDR-Test) → Gabe von 25000IE (Internationale Einheit) Vitamin A → bei Anstieg der Serumkonzentration >15% nach 5h → marginaler Mangel

Tab. 193.2 Vitamin-A-Normwerte.

Altersgruppe	Norm
Säuglinge	15–30μg/dl
1–6 Jahre	20–43μg/dl
7–12 Jahre	26–49μg/dl
13–19 Jahre	26–72μg/dl

Vitamin-B_1-Mangel

- Messung der Transketolaseaktivität in Erythrozyten vor und nach Gabe von Thiaminpyrophosphat (normale Stimulierbarkeit 0–15%, bei Mangel >20 %)
- Thiaminbestimmung im EDTA-Blut (Normwert 20–100ng/ml; EDTA = Ethylendiamintetraessigsäure)
- Thiaminbestimmung (Kofaktor der Pyruvatdehydrogenase) im Urin (erniedrigt)
- Pyruvatbestimmung im Blut

Vitamin-B_2-Mangel

- Riboflavin im Urin ↓ (Mangel: <40μg/g Kreatinin)
- Messung der Glutathionreduktase in den Erythrozyten

Vitamin-B_3-Mangel

- N-Methylniazinamid und Pyridon im Urin ↓

Vitamin-B_6-Mangel

- Pyridoxal-5-Phospat im Serum. Normwert >0,9µg/dl
- 4-Pyridoxinsäureausscheidung im Urin
- Xanthurensäureausscheidung nach Tryptophanbelastung (100mg L-Tryptophan/kg KG p.o.), Ausscheidung >30mg/24 h → Mangel

Folsäuremangel

- Folsäurebestimmung im Serum (vor Blutabnahme 12h Nahrungskarenz)
- Normwert: s. Tab. 193.3

Tab. 193.3 Folsäurewerte – Beurteilung.

Wert	Bedeutung
<2,0ng/ml	Mangel
2,0–2,5ng/ml	grenzwertig
>2,5ng/ml	Norm

Vitamin-B_{12}-Mangel

- makrozytäre Anämie, MCV >100 fl (MCV = mittleres korpuskuläres Volumen, fl = Femtoliter)
- Aniso-, Poikilozytose
- Retikulozyten erniedrigt
- Thrombozytopenie
- Leukopenie
- hypersegmentierte Granulozyten
- Cobalamin im Serum erniedrigt (Material vor Lichtweinwirkung schützen, da sonst falsch niedrige Werte), Normwerte s. Tab. 193.4
- Schilling-Test bei Resorptionsstörung

Tab. 193.4 Vitamin-B_{12}-Werte – Beurteilung.

Wert	Bedeutung
<200ng/l	Vitamin-B_{12}-Mangel
200–300ng/l	nicht beurteilbar
>300ng/l	ausreichender Vitamin-B_{12}-Bestand
>1100ng/l	V.a. Hypervitaminose

Vitamin-C-Mangel

- Ascorbinsäurebestimmung im EDTA-Blut, Normwert: 5–15mg/l
- Röntgen: Osteoporose, dünne Kortikalis, verbreiterte, inhomogen strukturierte Metaphysen, Hyperostosen (DD: Kindesmisshandlung)

Vitamin-D-Mangel

- Messung der 25-OH-Vitamin-D-Serumkonzentration, Normwerte s. Tab. 193.5
- Vitamin-D-Mangel-Rachitis:
  - alkalische Phosphatase im Serum, S-Kalzium, S-Phosphat, S-Kreatinin, U-Phosphat, U-Kreatinin, intaktes PTH (Parathormon), 25-OHD (25-Hydroxy-Vitamin-D)
  - Bildgebung: Röntgenaufnahme Hand links (Alter >12 Monate), ggf. eines Kniegelenks a.–p. (Alter < 12 Monate)

Tab. 193.5 Vitamin-D-Normwerte.	
Wert	**Bedeutung**
<12ng/ml (<30nmol/l)	Mangel
12–20ng/ml (30–50nmol/l)	subnormal
20–100ng/ml (50–250nmol/l)	optimal

Vitamin-E-Mangel

- Tocopherolbestimmung im Serum; Normwerte altersabhängig s. Tab. 193.6
- hämolytische Anämie, gesteigerte Empfindlichkeit der Erythrozyten gegenüber H_2O_2, Thrombozytose

Tab. 193.6 Vitamin-E-Normwerte.	
Altersgruppe	**Norm**
Frühgeborene	1,3–4,9mg/l
1–2 Jahre	3–9mg/l
13–19 Jahre	6–10mg/l

Vitamin-K-Mangel

- Bestimmung des Quick-Werts (Prothrombinzeit; erhöht) und der Faktoren II, VII, IX, X (erniedrigt)

Differenzialdiagnosen

Etwaige Differenzialdiagnosen sind Kap. Symptomatik zu entnehmen.

Therapie

Therapeutisches Vorgehen

- Alle Hypovitaminosen sprechen auf Substitution der entsprechenden Vitamine an.
- bei einseitiger Kost Aufklärung der Eltern über Diät, Empfehlung vitaminhaltiger Nahrungsmittel

Vitamin-A-Mangel

- bei latentem Vitamin-A-Mangel: 1,5 mg/d
- bei schwerem Mangel: Einzeldosis bis 30 mg (intramuskulär)
- bei Xerophthalmie: 110 mg Retinylpalmitat (oral) / 55 mg (intramuskulär) und am nächsten Tag 100 mg (oral)

> **Cave:**
>
> Überdosierung (Hirndrucksteigerung, Apathie, Anorexie, brüchige Haare und Nägel)

Vitamin-B_1-Mangel (Thiaminmangel)

- bei milder Polyneuropathie: 10–20 mg/d (oral)
- bei schwerer Polyneuropathie: 20–50 mg/d (oral)
- danach Kontrolle

Vitamin-B_2-Mangel (Riboflavinmangel)

- für mehrere Wochen Riboflavin 0,5mg/d p.o. während Fototherapie, 10mg/d p.o. bei manifestem Mangel
- danach Kontrolle

Vitamin-B_3-Mangel (Niacinmangel)

- Niacin 300–500mg/d p.o.

- bei Malabsorption 100mg/d i.v. bis Abheilung der Effloreszenzen
- danach Kontrolle

Vitamin-B_6-Mangel (Pyridoxinmangel)

- Pyridoxin 100–200 mg als Versuch, einen Krampfanfall im Säuglingsalter zu unterbrechen
- Erhaltungstherapie 50mg/d p.o.
- Kontrollen nach 2 Wochen
- Überdosierung kann zu Neuropathien führen.

Folsäuremangel

- je nach Schweregrad Folsäure 1–15mg/d p.o., Blutbildkontrollen
- als Prophylaxe in der frühen Schwangerschaft am besten in Form von 5-Methyl-Tetrahydrofolat 400µg tgl. p.o.

Vitamin-B_{12}-Mangel (Cobalaminmangel)

- Vitamin B_{12} 0,1–1mg 1 Woche i.m. bis zur Besserung, danach monatlich 0,5–1 mg
- zuerst Blutbildänderung, erst nach Monaten (bis zu 18 Monaten) auch Einfluss auf funikuläre Myelose

Vitamin-C-Mangel

- Vitamin C 100–200mg/d bis zur Beseitigung der Symptome
- danach Vitamin-C-reiche Kost

Vitamin-D-Mangel

- 0–1 Jahr: Initialdosis: 2000IE/d über 3 Monate; Erhaltungsdosis: 400IE/d (bei Kindern mit dunkler Hautfarbe 800 IE/d)
- 1–12 Jahre: Initialdosis: 3000–6000IE/d über 3 Monate; Erhaltungsdosis: 600IE/d (bei Kindern mit dunkler Hautfarbe 800 IE/d)
- 12–18 Jahre: Initialdosis: 6000IE/d über 3 Monate; Erhaltungsdosis: 600IE/d (bei Kindern mit dunkler Hautfarbe 800IE/d)
- auf ausreichende Kalziumzufuhr (mind. 500mg/d) entweder über Nahrung oder Supplemente muss geachtet werden
- Überprüfung der 25-OH-D-Spiegel nach 3 Monaten

Vitamin-E-Mangel

- bei Frühgeborenen 30mg/d p.o.
- bei neurologischen Störungen: 100mg/Woche α-Tocopherol für ein halbes Jahr
- bei Mukoviszidose und Lebererkrankungen: 100–400mg/d p.o.
- bei Überdosierung → Kopfschmerzen, Übelkeit, Diplopie, evtl. Allergie

Vitamin-K-Mangel

- Phytomenadion (Vitamin K1) s.c. oder i.m. je nach Alter 1–10mg/Woche bei Malabsorption
- 1–10mg i.v. (bei Neugeborenen 1mg/kg KG) bei schweren Blutungen und zusätzlich 20–30IE/kg KG Prothrombinkomplex
- 5–15mg/Woche oral bei Lebererkrankungen und leichter Blutungsneigung

Verlauf und Prognose

- In der Regel können rechtzeitig erkannte Defizite durch eine entsprechende Therapie vollständig ausgeglichen werden.
- Bei schweren Hypovitaminosen (z.B. manifeste Rachitis bei Vitamin-D-Mangel) sind irreversible Folgen möglich.

Prävention

Vitamin-K-Mangel

- gesunde Reifgeborene und oral ernährte Frühgeborene: 2mg Vitamin K p.o. sofort nach der Geburt, am 4.–6. Tag und nach 4–6 Wochen
- bei Frühgeborenen <1500g: 200µg/kg i.m. oder i.v. kurz nach der Geburt, anschließende Gabe von 1mg/Woche bei enteraler Ernährung bzw. 8–10µg/kg/d aus parenteraler Ernährung
- 0,5–1mg Vitamin K i.m. nach der Geburt bei Erbrechen, Cholestase und Resorptionsstörung
- Die Vitamin-K-Gabe in pharmakologischen Dosen an die Mutter während der Schwangerschaft oder während des Stillens ist nicht ausreichend untersucht.

Vitamin-D-Mangel

- Aufgrund der geringen Zufuhr über die Ernährung und der geringen Sonnenexposition wird eine prophylaktische Gabe ab der 2. Lebenswoche bis zum 2. erlebten Frühsommer empfohlen:
    - 400–500IE/d bei gesunden reifgeborenen Säuglingen
    - 800–1000IE/d bei frühgeborenen Säuglingen <1500g

Literatur

Literatur zur weiteren Vertiefung

- [1] Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. S2k-Leitlinie 024–022 „Prophylaxe von Vitamin-K-Mangel-Blutungen (VKMB) bei Neugeborenen“ (2016). Im Internet: https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/024–022; Stand: 10.01.2023
- [2] Biesalski H, Hrsg. Vitamine, Spurenelemente und Minerale. 2. Auflage. Stuttgart: Thieme; 2019
- [3] Biesalski HK, Nowitzki-Grimm S. Taschenatlas Ernährung. 8., vollständig überarbeitete Aufl. Stuttgart: Thieme; 2020
- [4] Georg F, Hoffmann MJL, Spranger J, Zepp F, Berner R. Pädiatrie Grundlagen und Praxis Auflage. 5., vollständig überarbeitete Aufl. Berlin: Springer; 2020
- [5] Hoffmann GF, Lentze MJ, Spranger J et al. Pädiatrie: Grundlagen und Praxis. 5. Auflage. Berlin: Springer; 2020
- [6] Kunz C, Zittermann A. Vitamin D im Kindes- und Jugendalter in Deutschland. Monatsschr Kinderheilkd 2015; 163: 776–782
- [7] Rowe S, Carr AC. Global Vitamin C Status and Prevalence of Deficiency: A Cause for Concern? Nutrients 2020; 12: 2008
- [8] Witt H. Normwerte. Pädiatrische Gastroenterologie, Hepatologie und Ernährung. 2013: 827–850

Wichtige Internetadressen

- www.kindermedika.at/

Quelle:

Haiden N, Schneider A, Gsöllpointer M, Weghuber D, Gomahr J. Ernährung. In: Kerbl R, Reiter K, Wessel L, Hrsg. Referenz Pädiatrie. Version 1.0. Stuttgart: Thieme; 2024.

Shortlink: https://eref.thieme.de/12Q9UCKF